

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
OFMAE ANABİLİM DALI FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GELENEKSEL ÖĞRETİMİN İLK, ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM  
ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜNTÜ OLUŞUMU VE RENKLERE İLİŞKİN  
KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**AYSEL KOCAKÜLAH**

**Balıkesir, Eylül - 2006**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
OFMAE ANABİLİM DALI FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

GELENEKSEL ÖĞRETİMİN İLK, ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM  
ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜNTÜ OLUŞUMU VE RENKLERE İLİŞKİN  
KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

AYSEL KOCAKÜLAH

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ

Sınav Tarihi:04. 09. 2006

Jüri Üyeleri:Prof. Dr. A. Hikmet AKSEL

Prof. Dr. Ömer ERGİN

Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ

Yrd. Doç. Dr. Filiz KABAPINAR

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

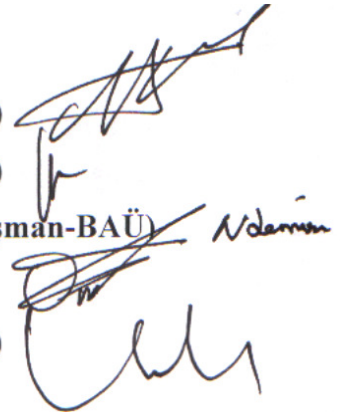
(BAÜ)

(DEÜ)

(Danışman-BAÜ)

(MÜ)

(BAÜ)



Balıkesir, Eylül - 2006

Bu doktora tez çalışması 2004/8 nolu araştırma projesi olarak Balıkesir Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

## ÖZET

### GELENEKSEL ÖĞRETİMİN İLK, ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜNTÜ OLUŞUMU VE RENKLERE İLİŞKİN KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

Aysel KOCAKÜLAH

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi

(Doktora Tezi /Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ)

Balıkesir, 2006

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilere bilimsel olarak kabul edilebilir fikirler kazandırarak bunları yeni alanlara uygulayabilmelerini sağlamaktır. Fen eğitimcileri, öğrencilerin bir takım fen konularına özgü fikirlerini derinlemesine incelediklerinde kavramsal açıdan oldukça zayıf olduklarını ve özellikle de fizik kavramlarına özgü bir çok kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya çıkarmışlardır.

Öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılan çalışmalar, bu yanlışlıkların bir çoğunun kişilerin doğdukları andan itibaren çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda etraflarında gelişen bir takım olayları anlama ve yorumlama yetenekleri ile oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmalar bazı kavram yanlışlıklarının soyut kavramlar içeren konuların öğretimi sırasında, öğretmen tarafından kullanılan dilden ya da ders kitaplarından aktarılabildiğini de ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle öğretmenler ya da öğretmen adayları ile onların öğretmenlik yapacakları yaş grubunun kavramsal anlamalarının ortaya çıkarılması ayrı bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın iki temel amacı vardır. Bunlardan birincisi; ilk ve ortaöğretim öğrencileri ile bu öğrencilere öğretmenlik yapmaya hazırlanan sınıf ve fizik öğretmen adaylarının görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin düşünce biçimlerini belirlemektir. Çalışmanın ikinci temel amacı ise, görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin, ilköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları düşünce biçimlerindeki değişimi araştırmaktır.

Araştırmanın örneklemini, Balıkesir il merkezinden rastgele seçilmiş 203 ilköğretim 5. sınıf, 147 lise son sınıf öğrencisi ile Necatibey Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği 2. sınıfında öğrenim gören 148 ve Fizik Öğretmenliği 3. sınıfındaki 36 öğretmen adayı oluşturmuştur. Veri toplama aşamasında, görüntü oluşumu ve renkler konularındaki kavramları içeren ve açık uçlu sorulardan oluşan iki adet kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Kavramsal anlama testlerinden biri ilköğretim diğeri ise lise ve üniversite öğrencileri için hazırlanmış olup, geleneksel öğretim öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Öğrencilerin kavramlarla ilgili düşünce biçimlerini daha detaylı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla toplam 20 öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlardan, öğretmen adayı öğrencilerle ilerde öğretmenlik yapacakları yaş grubunda yer alan öğrencilerin görüntü oluşumu ve renkler konularında pek çok ortak kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Özellikle öğrenciler, sanal ve gerçek görüntünün ayırt edilmesi sırasında, görüntü oluşumuna ilişkin çizdikleri ışın diyagramlarında benzer yanlışlıklar sergilemişlerdir. Ayrıca ışıktaki renklerle boyalardaki renkleri birbirleri ile karıştırdıkları ve öğretim sonrasında da bu yanlışlıkların devam ettiği belirlenmiştir. Öte yandan öğretim sonrası bazı sorularda bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların yüzdesinin arttığı görülse de, görüşmelerden elde edilen veriler geleneksel öğretim yönteminin görüntü oluşumu ve renkler konularındaki kavram yanlışlıklarının giderilmesinde başarılı bir yöntem olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca hem öğretmen adaylarının, hem de ilerde öğretmenlik yapacakları yaş grubundaki öğrencilerin incelen konu hakkında ortak birçok kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın son aşamasında, elde edilen bulgular ışığında görüntü oluşumu ve renkler konularının öğretimine, öğretmen yetiştirme sistemine ve program geliştirmeye yönelik öneriler sunulmuştur.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** kavramsal anlama / kavram yanlışlıkları / görüntü oluşumu / renkler / fizik eğitimi / öğretmen yetiştirme

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF TRADITIONAL TEACHING ON PRIMARY, SECONDARY AND UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF IMAGE FORMATION AND COLOURS**

**Aysel KOCAKÜLAH**

**Balikesir University, Institute of Science, Department of Secondary  
Science and Mathematics Education, Physics Education**

**(PhD. Thesis / Supervisor: Asst. Prof. Dr Neşet DEMİRCİ)**

**Balıkesir, 2006**

One of the aims of science education is to enable students to acquire scientifically acceptable ideas and to apply those in different contexts. Science educators are investigating the students' ideas on some science topics in great detail and they point out that students' ideas are so weak in terms of conceptual perspective and contain many misconceptions especially in physics concepts.

Studies on students' conceptual understanding have shown that misconceptions could develop as students try to understand and interpret the phenomena around them while they interact with the surroundings from the early days of childhood. In addition, some studies have revealed the fact that misconceptions are transferred from teachers via language or textbooks used to students during teaching of the abstract notions. It is therefore considered to be important to portray the conceptual understandings of teachers or prospective teachers and the students in the age group they will teach.

This study has two main aims. The first aim was to determine the forms of ideas about image formation and colours of the primary and secondary school students and prospective teachers who would be in a position to teach those in primary and physics classes. The second aim of the study was to trace any change in the form of ideas about image formation and colours of primary school (grade 5), the last year of secondary school and primary and physics prospective teachers before and after traditional teaching of the related concepts.

The sample of the study was formed by randomly selected 203 fifth grade primary students, 147 eleventh grade secondary school students and 148 prospective primary school teachers and 36 prospective physics teachers. Two conceptual understanding tests involving open-ended questions about the concepts of image formation and colours were designed for data collection purposes. Both conceptual understanding tests, one of which was designed for primary and the other for secondary and university students were administered before and after traditional teaching. Moreover, semi-structured interviews with 20 students in total were conducted to illustrate the form of students' ideas about image formation and colour concepts in more detail.

The results of the study showed that prospective students and their target age group students had many common misconceptions about image formation and colours. It was interesting that students exhibited the similar misconceptions in differentiating the real and virtual images on the ray diagrams drawn. In addition, it was evident from the findings that students mixed up light colours with paint colours and this confusion was continued after teaching. Although it was found that the percentage of scientifically acceptable responses in some questions of conceptual understanding test increased after teaching, findings obtained from interviews proved that the traditional teaching method was unsuccessful in remedying misconceptions about image formation and colours topic. Both prospective and primary and secondary school students reasoned the same line of arguments, which involved many common misconceptions about the conceptual area investigated.

In the final phase of the study, implications were drawn for teaching of image formation and colours for teacher training system and for curriculum development in the light of findings obtained.

**KEY WORDS:** conceptual understanding / misconceptions / image formation / colours / physics education / teacher training

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT, KEY WORDS</b>	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>iv</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>viii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>x</b>
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>xiv</b>
1.GİRİŞ	1
1.1 Problem	1
1.2 Araştırmanın Amacı	3
1.3 Araştırma Soruları	4
1.4 Araştırmanın Önemi	5
1.5 Araştırmanın Sayıtlıları	6
1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.7 Tanımlar	7
1.8 Araştırmanın Yapısı	8
2. KAYNAK TARAMASI	9
2.1 Kavram Yanılgıları ve Özellikleri	9
2.2 Kavramsal Değişim	11
2.3 Yapılandırmacı Öğrenme Anlayışı	12
2.4 Işık Konusu ile İlgili Çalışmalar	15
2.4.1 Işık ve Özellikleri ile İlgili Çalışmalar	16
2.4.2 Işık ve Gölge Oluşumu ile İlgili Çalışmalar	25
2.4.3 Işık ve Görme ile İlgili Çalışmalar	27
2.4.4 Görüntü Oluşumu ile İlgili Çalışmalar	31
2.4.5 Kırılma ile İlgili Çalışmalar	34
2.4.6 Renkler Konusu ile İlgili Çalışmalar	37
2.4.7 Geometrik Optik ile İlgili Çalışmalar	40
3. YÖNTEM	48
3.1 Araştırma Modeli	48
3.2 Evren ve Örneklem	48
3.3 Verilerin Toplanması	50
3.3.1 Veri Toplama Araçları	50
3.3.1.1 Kavramsal Anlama Testleri	52

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.3.1.1.1 İlköğretim Öğrencilerine Yönelik Hazırlanan Kavramsal Anlama Testi	52
3.3.1.1.2 Lise ve Üniversite Öğrencilerine Yönelik Hazırlanan Kavramsal Anlama Testi	55
3.3.1.1.3 Kavramsal Anlama Testlerinin Uygulanması	59
3.3.1.2 Görüşme	59
3.3. 2. 1 Görüşme Soruları ve Hazırlanması	60
3.3.2.2 Görüşme Süreci	65
3.3.2 Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	66
3.4 Verilerin Analizi	67
3.4.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi	67
3.4.2 Veri Analizinde İkincil Araştırmacı Kullanılması	70
3.4.3 Görüşme Sorularının Analizi	71
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	73
4.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular	73
4.1.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Genel Bulgular	73
4.1.1.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	74
4.1.1.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	77
4.1.1.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	79
4.1.1.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	82
4.1.1.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	84
4.1.1.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	85
4.1.2 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular	87
4.1.2.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	88
4.1.2.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	94
4.1.2.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	99
4.1.2.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	105
4.1.2.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	109
4.1.2.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	112
4.1.3 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular	116
4.1.3.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	117

	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1.3.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	121
4.1.3.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	125
4.1.3.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	127
4.1.3.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	131
4.1.3.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	133
4.1.4 Merceklerde Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular	135
4.1.4.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	137
4.1.4.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	140
4.1.4.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	144
4.1.4.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	146
4.1.4.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	149
4.1.4.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	152
4.2 Renkler ile İlgili Bulgular	157
4.2.1 Renk Kavramına İlişkin Bulgular	157
4.2.1.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	158
4.2.1.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	160
4.2.1.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	162
4.2.1.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	165
4.2.1.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	166
4.2.1.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	168
4.2.2 Renklerin Karışımına İlişkin Bulgular	169
4.2.2.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	170
4.2.2.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	171
4.2.2.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	174



	<b><u>Sayfa</u></b>
4.2.2.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	176
4.2.2.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	177
4.2.2.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	179
4.2.3 Işık Filtrelerine İlişkin Bulgular	181
4.2.3.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	181
4.2.3.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	183
4.2.3.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	184
4.2.3.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	185
4.2.3.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	186
4.2.3.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	187
4.2.4 Renkli Görmeye İlişkin Bulgular	189
4.2.4.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	189
4.2.4.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	194
4.2.4.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	197
4.2.4.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	202
4.2.4.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi	205
4.2.4.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması	207
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	212
5.1 Sonuçlar	212
5.1.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Sonuçlar	212
5.1.2 Renklere İlişkin Sonuçlar	217
5.2 Öneriler	222
5.2.1 Öğretime İlişkin Öneriler	222
5.2.2 Öğretmen Yetiştirme Sistemine İlişkin Öneriler	226
5.2.3 Program Geliştirme Sürecine İlişkin Öneriler	227
6. EKLER	230
7. KAYNAKLAR	242

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u> <u>Numarası Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Öğrencilerin çizdiği şekillerden ortaya çıkarılan görme modelleri	28
Şekil 3.1 Işık konusu ile ilgili kavramsal anlama testlerindeki soruların dağılımı	58
Şekil 3.2 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu	67
Şekil 4.1 Görüntü oluşumu ile ilgili her iki testte de yer alan soru	73
Şekil 4.2 Düzlem aynada görüntü ile ilgili soru	87
Şekil 4.3 Öğrenci 1' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	90
Şekil 4.4 Öğrenci 4' ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	92
Şekil 4.5 Öğrenci 5' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	96
Şekil 4.6 Öğrenci 6' nın çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	97
Şekil 4.7a Öğrenci 3 tarafından düzlem aynada görüntü oluşumunun gösterimi	103
Şekil 4.7b Öğrenci 7 tarafından düzlem aynada görüntü oluşumunun gösterimi	103
Şekil 4.8 Öğrenci 13' ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	107
Şekil 4.9 Öğrenci 12' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	108
Şekil 4.10 Öğrenci 15' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	111
Şekil 4.11 Öğrenci 11' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	114
Şekil 4.12 Öğrenci 20' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli	115
Şekil 4.13 İlköğretim öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu	116
Şekil 4.14 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu	117
Şekil 4.15a Öğrenci 7 tarafından çukur aynada görüntü oluşumunun gösterimi	123

<b><u>Şekil</u></b> <b><u>Numarası Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.15b Öğrenci 7 tarafından ekranda görüntünün çizimi	123
Şekil 4.16 Öğrenci 6' nın çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli	124
Şekil 4.17 Öğrenci 14' ün çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli	128
Şekil 4.18 Öğrenci 12' nin çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli	129
Şekil 4.19 Öğrenci 20' nin çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli	132
Şekil 4.20 İlköğretim öğrencilerinin testinde yer alan mercek sorusu	136
Şekil 4.21 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan mercek sorusu	136
Şekil 4.22 Öğrenci 8' in çizdiği ince kenarlı mercekte görüntü	142
Şekil 4.23 Öğrenci 13' ün çizdiği ince kenarlı mercekte görüntü	149
Şekil 4.24 Renk kavramı ile ilgili her iki testte de yer alan soru	157
Şekil 4.25 Renklerin karışımına ilişkin her iki testte de ortak alan soru	170
Şekil 4.26a Öğrenci 3' ün ön testte yaptığı çizim	171
Şekil 4.26b Öğrenci 3' ün son testte yaptığı çizim	171
Şekil 4.27 Renklerin karışımlarına ilişkin bilgisayar animasyonunun gösterimi	173
Şekil 4.28 Işık filtrelerine ilişkin her iki testte de ortak alan soru	181
Şekil 4.29 Renkli görmeye ilişkin her iki testte de ortak alan soru	189

## TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u> <u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1	Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlere göre dağılımları	49
Tablo 3.2	Lise öğrencilerinin çukur ayna sorusuna verdikleri yanıt kategorilerini gösteren tablo	69
Tablo 3.3	Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdeleri	71
Tablo 4.1	“Görüntü nedir?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	73
Tablo 4.2	“Görüntü nedir?” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	78
Tablo 4.3	“Görüntü nedir?” sorusu ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	79
Tablo 4.4	“Görüntü nedir?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	82
Tablo 4.5	“Görüntü nedir?” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	84
Tablo 4.6	“Görüntü nedir?” sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	86
Tablo 4.7	“Saat kaç?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	88
Tablo 4.8	“Saat kaç?” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	95
Tablo 4.9	“Saat kaç?” sorusuna ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	100
Tablo 4.10	“Saat kaç?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	106

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 4.11	“ <i>Saat kaç?</i> ”	sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri	110
Tablo 4.12	“ <i>Saat kaç?</i> ”	sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	113
Tablo 4.13	“ <i>Hangi ayna?</i> ”	sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	118
Tablo 4.14	“ <i>Çukur ayna</i> ”	sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	122
Tablo 4.15	“ <i>Çukur ayna</i> ”	sorusuna lise son sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	127
Tablo 4.16	“ <i>Çukur ayna</i> ”	sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	131
Tablo 4.17	“ <i>Çukur ayna</i> ”	sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	133
Tablo 4.18	“ <i>Hangi mercek?</i> ”	sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	138
Tablo 4.19	“ <i>Yakınsak mercek</i> ”	sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	140
Tablo 4.20	“ <i>Yakınsak mercek</i> ”	sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	147
Tablo 4.21	“ <i>Yakınsak mercek</i> ”	sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	150
Tablo 4.22	“ <i>Yakınsak mercek</i> ”	sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	153
Tablo 4.23	“ <i>Renk nedir?</i> ”	sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	158
Tablo 4.24	“ <i>Renk nedir?</i> ”	sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	161

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 4.25		“Renk nedir?” sorusu ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	163
Tablo 4.26		“Renk nedir?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	166
Tablo 4.27		“Renk nedir?” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	167
Tablo 4.28		“Renk nedir?” sorusu ile ilgili lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	169
Tablo 4.29		İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin renklerin karışımı sorusuna verdikleri yanıtlar	170
Tablo 4.30		Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin renklerin karışımı sorusuna verdikleri yanıtlar	172
Tablo 4.31		Renklerin karışımı ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	174
Tablo 4.32		Renklerin karışımı ile ilgili lise öğrencilerinin yanıtları	176
Tablo 4.33		Renklerin karışımı ile ilgili fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	178
Tablo 4.34		Renklerin karışımı ile ilgili lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	179
Tablo 4.35		Işık filtreleri ile ilgili ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin yanıtları	181
Tablo 4.36		Işık filtreleri sorusu ile ilgili sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	183
Tablo 4.37		Işık filtreleri ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	184
Tablo 4.38		Işık filtreleri ile ilgili lise son sınıf öğrencilerinin yanıtları	185
Tablo 4.39		Işık filtreleri ile ilgili fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	186

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
	Tablo 4.40	Işık filtreleri ile ilgili lise öğrencileri ile fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları	187
	Tablo 4.41	Renkli görme ile ilgili soruya ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	190
	Tablo 4.42	Renkli görme ile ilgili soruya sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	195
	Tablo 4.43	Renkli görme ile ilgili soruya ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	198
	Tablo 4.44	Renkli görme ile ilgili soruya lise son sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	203
	Tablo 4.45	Renkli görme ile ilgili soruya fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	206
	Tablo 4.46	Renkli görme ile ilgili soruya lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar	208
	Tablo 5.1	Öğrencilerin görüntü oluşumu ile ilgili sıkça karşılaşılan kavram yanılgıları ve türleri	213
	Tablo 5.2	Öğrencilerin renkler ile ilgili sıkça karşılaşılan kavram yanılgıları ve türleri	218

## ÖNSÖZ

Özellikle eğitim araştırmalarında, çalışılan laboratuvar ‘gerçek dünya’ ve deneklerde ‘insan’ olduğundan çalışmaya başlarken nasıl sonuçlanacağı konusunda ister istemez şüphe ve tedirginlikler yaşanır. Ben de çalışmamın en başından şu nsz yazdığım ana kadar böyle pek çok duygu yaşadım. Ancak alışma konumun bana zevk vermesi ve başım sıkıştığı zaman etrafımda sorunlarımı dinleyen hocalarımın olması beni her zaman rahatlatmıştır.

Öncelikle benimle bu çalışmanın sıkıntılarını ve sorumluluğunu paylaşan, her zaman güler yüzüyle beni karşılayıp bana moral veren ve sorularıma zm bulmaya çalışarak nerileri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRİ’ ye teşekkürlerimi bildirmek isterim.

Çalışmamın başladığı andan itibaren her türlü yardımı esirgemeyen ve onca işinin arasında bana zaman ayıran değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Filiz KABAPINAR’ a çok teşekkür ederim.

Üniversitede öğrenciyken anlattığı dersle bana Geometrik Optik konularını sevdiren ve tezimin başlangıç aşamasında beni yönlendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ömer GEMİİ’ ye; özellikle test sorularımın hazırlanması sürecinde bana alan bilgisi ile katkı sağlayan hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER’ e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Benim bugünlere gelmemde en büyük paya sahip ve her zaman manevi desteklerini hissettirerek benim için dua eden sevgili Annem Fatma, Babam İrfan, Ablam Sibel’ e ve ayrıca Hatice Annem ve Cahit Babama’ da sonsuz şükranlarımı sunmak isterim. İyi ki varsınız...

Sevgili eşim Sabri; çalışmamın her anında yanımda olduğun, tüm sıkıntılarımı paylaştığın ve benim tüm kaprislerime katlandığın için sanırım sana sadece teşekkür etmek çok yetersiz kalır. Bu nedenle bu tezi sana ithaf ediyorum...

**Balıkesir, 2006**

**AYSEL KOCAKÜLAH**



# 1. GİRİŞ

## 1.1 Problem

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilere bilimsel fikirler kazandırarak bunları yeni alanlara uygulayabilmelerini sağlamaktır. Fen eğitimcileri, öğrencilerin birtakım fen konularına özgü fikirlerini derinlemesine incelediklerinde okuldaki başarılarının aksine kavramsal açıdan oldukça zayıf olduklarını ve okulda öğrenilen kavramların sadece bilgi boyutunda kaldığını ortaya koymuşlardır [1]. Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemeyen bu fikirleri; kavram yanlışları [2], alternatif kavramlar [3], çocukların bilimi [4], vb. isimlerle literatürde yer almıştır.

Pfundt ve Duit [5] fizik, kimya ve biyoloji konularında öğrencilerde var olan kavram yanlışları ile ilgili o güne kadar yapılan çalışmalar hakkında bir bibliyografya derlemiştir. Bu çalışmaların konu dağılımlarına bakıldığında, fizik konuları üzerine yapılan çalışmaların biyoloji ve kimya konularına göre daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Fizik (mekanik, elektrik, ısı, optik, enerji, astronomi, modern fizik) konuları ile ilgili çalışma sayısı 457 iken kimya 56, biyoloji ise sadece 40 tanedir [5]. Fizik konusunda yapılan çalışmaların çokluğu, öğrencilerin özellikle fizik konularında daha çok kavram yanlışlığına sahip olduklarının bir göstergesi olabilir. Fizik ile ilgili yapılan çalışmaların genellikle mekanik ve elektrik konuları üzerine yoğunlaştığı ardından ısı ve optik konularının geldiği görülmektedir. Optik konuları ile ilgili yapılan araştırmaların ise özellikle ışık ve görme üzerine yoğunlaştığı, görüntü oluşumuna ve özellikle de renkler konularına ilişkin oldukça az sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu durum günümüz çalışmalarında da devam etmektedir [6,7]. Ülkemizde kavram yanlışları üzerine bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde de, belirli fizik konularına odaklanıldığı görülmektedir. Farklı ülkelerde yapılan çalışmalara benzer şekilde daha çok ışık ve görme konusuna yoğunlaşmıştır [8, 9, 10]. Yapılan alanyazın taraması sırasında renkler ve görüntü oluşumu konularına ilişkin ise herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Alternatif kavramlar ya da kavram yanılgıları üzerine yapılan araştırmalar sadece öğrencilerin değil aynı zamanda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da fen kavramlarına ilişkin yanılgıları olduğunu göstermektedir [11-18]. Bazı araştırma bulguları, öğrencilerde öğretim öncesi olmayan bir kavram yanılgısının öğretim sonrasında ortaya çıkabildiğini bunun da öğretim sürecinde olduğunu göstermiştir [19]. Ayrıca araştırmalar, öğretmenlerin öğrencileri ile ortak kavram yanılgılarına sahip olabildiklerini bunun sonucunda da öğretim sırasında bunun öğrencilere bilimsel bir doğru gibi aktarıldığını ortaya çıkarmaktadır [11, 13, 17]. Dolayısıyla kavram yanılgılarına sebep olan faktörlerden birinin öğretmen veya öğretim süreci olması, öğretmen adayları ya da öğretmenlerle yapılan araştırmaların öğretmen yetiştirme sürecinde de oldukça önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Beş duyumuzdan biri olan görme duyası, büyüme ve gelişme döneminde bireyin çevresi hakkında bilgi edinmesini sağlamada çok önemli bir paya sahiptir. Çünkü insanlar dokunarak ya da tadarak algılayamadıkları nesnelere, görerek çok kolay ve bir kerede algılayabilirler. Bu nedenle, ilk çağlardan itibaren bilim insanları bu konuyu ele alarak “nasıl görürüz?” sorusuna yanıt aramışlardır. Eski Yunanlılar özellikle de Öklid optikle ilgili ilk bilgileri ortaya koymuş ve bir doğru boyunca iletilen görüntülerin görünümü üzerine bir teori geliştirmiştir. O dönemde pek çok filozofun ortak görüşü “görmek için gözlerimiz tarafından bir ışın yollandığı” şeklindedir. Bu teoriye göre, objelere ulaşan ışın yeterli olduğunda beyin nesneyi algılar veya ışın görüntüyü de beraberinde taşıyarak gözümüze geri gelir ve görüntü oluşmuş olur. Günümüzde ise görme ve görüntü oluşumu ile ilgili kabul edilen modelin temel özellikleri şunlardır [20]:

1) “Işık bir doğru boyunca ilerler” aksiyomu, görme olayıyla yakından ilişkilidir. Fakat yayılma hızı nedeniyle, görme olayı aniden gerçekteştiğinden bu aksiyomun hissedilmesi güçtür.

2) Işık için geometri çok önemlidir. Fakat hareketin doğrultusu değil, nesneden göze doğru olan ışının yolu, nesneden göze doğru bir çizgi ile tanımlanabilir.

3) Optik şekillerde, ışınlar oklu ya da oksuz çizgiler halinde gösterilir. Bu ışınlar ışığın görülebilir ışınları ile karıştırılmaz. Işınlar; parlaktır veya görülebilir ya da ekran üzerine çarparlar veya havaya sigara üflenildiğinde yolları görülebilir. Optik ışınlar ise bunun tersidir ve teorik yapıdadırlar, doğru boyunca ilerlerler.

4) Her ne kadar ışık, kaynaktan (ya da ışıklı nesneden) ayrılabilir ve sonsuz sayıda farklı yönere gidebilirse de, çizilen ışın diyagramı üzerinde genellikle 2 özel ışın kullanılarak gösterilecektir. Nesneden yansıyan ışıklardan göze ulaşamayanlar ihmal edilir.

Bu değerlendirmeler ve ışık diyagramlarının özellikleri aslında ne kadar karmaşık olduğunun da bir göstergesidir. Bu nedenle ışık ve geometrik optik konusu öğrencilerin anlamakta zorlandıkları ve kavram karmaşasının sıkça görüldüğü fizik konularındandır. Bu konunun bireysel deneyime bağlı olmasının yanında diğer bir özelliği de, sınırları belirli ve kavramları açıkça tanımlanmış bir konu olmasıdır. Ayrıca mekanik ve elektrik gibi konulara oranla daha az ele alınmış olduğu literatür incelemeleri sonucunda görülmüştür. Tüm bu gerekçelerden dolayı görüntü oluşumu ve renkler konuları araştırma konusu olarak seçilmiştir.

## **1.2 Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın iki temel amacı vardır. Bunlardan birincisi; ilk ve ortaöğretim öğrencileri ile bu öğrencilere öğretmenlik yapmaya hazırlanan sınıf ve fizik öğretmen adaylarının görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin düşünce biçimlerini belirlemektir. Bunu yaparken de;

- ilköğretim 5. sınıf öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrasında düşünce biçimlerini belirlemek ve her iki grubun bu düşünce biçimleri arasında bir benzerlik olup olmadığını araştırmak,

- lise son sınıf öğrencileri ile bu sınıflarda öğretmenlik yapmaya aday fizik öğretmeni adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrasında düşünce biçimlerini belirlemek ve her iki grubun bu düşünce biçimleri arasında herhangi bir benzerlik olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci temel amacı ise, görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin, ilköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları düşünce biçimlerinde bir değişim olup olmadığını araştırmaktır.

### 1.3 Araştırma Soruları

Araştırmanın amacına ulaşmakta rehberlik edeceği düşünülen araştırma soruları, genel olarak öğrencilerin ve öğretmen adaylarının konu ile ilgili kavramsal anlamalarının ve düşünce biçimlerinin ortaya konması için düzenlenmiş ve aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. İlköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının görüntü oluşumu konusuna ilişkin düşünce biçimleri ve kavram yanılgıları nelerdir?
2. İlköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının renkler konusuna ilişkin görüşleri ve kavram yanılgıları nelerdir?
3. Geleneksel öğretimin ilköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının görüntü oluşumuna ilişkin düşünce biçimleri üzerine etkisi nasıldır?
4. Geleneksel öğretimin ilköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının renkler konusuna ilişkin düşünce biçimleri üzerine etkisi nasıldır?
5. İlköğretim 5. sınıf öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının görüntü oluşumu ve renkler konuları hakkındaki fikirleri ne ölçüde benzerlik göstermektedir?
6. Lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmeni adaylarının görüntü oluşumu ve renkler konuları hakkındaki fikirleri ne ölçüde benzerlik göstermektedir?

#### 1.4 Araştırmanın Önemi

Bu konu üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde özellikle renkler ve görüntü oluşumu konularında yapılan çalışmaların azlığı araştırmacıyı bu konularda çalışmaya sevk eden etmenlerden biri olmuştur. Bu araştırmanın literatür taramasından da görüleceği gibi, Türkiye’de bu konu üzerine yapılan ilk ve kapsamlı bir çalışma olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu konuları gören farklı yaş grubundaki öğrencilerin fikirlerini aldıkları öğretim öncesinde ve sonrasında ortaya koyması bakımından, hem de mezun oldukları zaman bu konuları öğretmekle yükümlü öğretmen adayları ile onların olası öğrencilerinin fikirleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları içerecek olması bakımından iki boyutlu bir araştırmadır.

2000 yılının Kasım ayında 2518 sayılı Tebliğler Dergisi’nde yayımlanan İlköğretim Fen Bilgisi Dersi programı incelendiğinde, ışık ile ilgili konuların “Ses ve Işık” adı altında bir üniteye toplanarak 5. sınıfta yer aldığı görülmektedir. Ortaöğretim düzeyinde ise Işık konusu, lise son sınıf programında yer almaktadır. Yani aradan geçen yaklaşık 6 yıl boyunca öğrenciler bu konular ile karşılaşmamaktadırlar. Bu durumda öğrencilerin 5. sınıfta ve lise son sınıfta, bu konuya ilişkin fikirleri arasında nasıl bir değişimin olduğunun ortaya konması da çalışmanın önemini vurgulayan diğer bir noktadır.

Öğretmen adayları için de benzer bir durum söz konusudur. Fizik öğretmeni yetiştirme programlarının lise fizik programı içeriği ile karşılaştırılan bir araştırmada, öğretmen adaylarının mezun oldukları zaman bilmek ve öğretmekle yükümlü oldukları geometrik optik konuları, çoğu zaman ya kısaca bahsedilen ya da hiç değinilmeyen konular olduğu ortaya konulmuştur [21]. Bu durum hem öğretmen adayı öğrencilerin yetiştirilmesi açısından, hem de mesleğe başladıklarında bu konuları öğretecekleri öğrenci grupları açısından önemli bir sorundur.

Bu çalışmada yer alan örneklem grubunun bir kısmının öğretmen adayları olması ve bu adayların mezun olduklarında ülke çapındaki ilköğretim okullarında ve liselerde öğretmenlik yapacakları düşünüldüğünde, lisans düzeyindeki görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin bilimsel gerçeklerden aykırı düşünce biçimlerini öğretmenlikleri sırasında öğrencilerine de aktarabileceği gerçeğini göz ardı etmemek

gerekir. Böyle bir sonuç zincirleme bir süreç içinde öğrencilerin de bilimsel olarak kabul edilemez düşüncelere sevk edilmelerine neden olabilecektir. Bu nedenle, ğretmen adayları ile lise ve ilköğretim ğrencilerinin konunun ğretimi sonrasında sahip oldukları fikirleri arasında olabilecek benzerliklerin bilinmesinin, ğretmen yetiştirme sisteminin gözden geçirilmesi açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu araştırma ve araştırmadan elde edilecek sonuçların birkaç açıdan önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışma, aday öğretmenlerin öğretmenlik yapacakları grupla görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin olarak benzer kavram yanılgıları olup olmadığını, sahip olunan kavram yanılgılarını geleneksel öğretim öncesi ve sonrası inceleyerek, öğretimin herhangi bir etkisi olup olmadığını ve ayrıca çok uzun bir zaman diliminde, her ne kadar aynı öğrenciler olmasalar da farklı yaş gruplarının düşünce biçimlerinin nasıl farklılaştığını ortaya koyacak olması açılarından önemli olduğu düşünülmektedir.

### **1.5 Araştırmanın Sayıltıları**

Bu araştırmada aşağıda sıralanan sayıltılardan yola çıkılmıştır.

- Öğrenciler öğrenme ortamlarına çeşitli ön bilgilerle gelirler ve bu bilgiler daha sonraki öğrenmelerini etkiler.
- Araştırmada kullanılan ve araştırmacı tarafından geliştirilen kavramsal anlama testleri ve yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler öğrencilerin sahip oldukları bu bilgilerin ortaya çıkarılmasında yeterlidir.
- Araştırmaya katılan öğrenciler veri toplama araçlarını içtenlikle yanıtlamışlardır.

### **1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu çalışma;

- Görüntü oluşumu ve renkler konuları ile,

- 2003-2004 öğretim yılında Balıkesir il merkezindeki 3 farklı ilköğretim okullarından seçilen 203 beşinci sınıf ve 5 farklı ortaöğretim okullarından seçilen 147 lise son sınıf öğrencisi ile,
- 2003-2004 öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı' nda öğrenim gören 148 ikinci sınıf öğrencisi ile,
- 2003-2004 öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı' nda öğrenim gören 36 üçüncü sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.

## 1.7 Tanımlar

*Kavram:* Eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırarak gruplara verilen ortak isimler olarak tanımlanabilir.

*Kavram yanılgısı ya da alternatif fikir:* Genel anlamda, kişilerin olaylar ya da kavramlar hakkındaki bilimsel fikirlerle uyumlu olmayan düşünce biçimleridir.

*Kavramsal değişim:* Her biri sınıfa farklı kavramsal çevrelerle gelmiş olan öğrencilerin sahip oldukları düşünce biçimlerinin, öğretim ile statülerindeki değişimidir.

*Kavramsal anlama:* Öğrencilerin öğrendikleri kavramı kendi cümleleri ile ifade edebilmesini, yeni kavram ile önceden bildiği kavramlar arasında ilişkiler kurmasını ve bunları açıklayabilmesini kapsamaktadır.

*Geleneksel öğretim:* Öğretmen merkezli, çoğunlukla düz-anlatım yönteminin tercih edildiği, öğrencinin ders boyunca pasif olduğu, öğretim materyali olarak sadece ders kitaplarının kullanıldığı, sınıf düzeninin tahta başındaki öğretmen ve arka arkaya sıralarda oturmuş öğrencilerin onun her yazdığını genellikle sorgulamadan not ettikleri bir biçimde olduğu öğretim süreci kast edilmektedir.

## 1.8 Araştırmanın Yapısı

Bu çalışma beş temel bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin içeriklerine ilişkin temel bilgiler aşağıda kısaca sunulmaktadır.

- **Bölüm I:** Araştırma probleminin tanımlandığı, amaç, önem ve araştırma sorularının yer aldığı, sayıtlar ve sınırlılıklara ilişkin bilgilerin verildiği kısımdır.
- **Bölüm II:** Kavram yanılgıları, kavramsal değişim ve yapılandırmacı öğrenme anlayışına kısaca değinilerek, ışık konusu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar bu bölümde verilmiştir.
- **Bölüm III:** Araştırma modeli, örneklem, verilerin toplanması ve geliştirilen ölçme araçları ile verilerin analiz ve yorumlanması süreçlerinin anlatıldığı yöntem bölümüdür.
- **Bölüm IV:** Araştırmadan elde edilen verilerin belirli bir düzen içerisinde sunulması ve yorumlamaların yapıldığı bölümdür.
- **Bölüm V:** Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında çeşitli sonuç ve önerilerin sunulduğu bölümdür.



## 2. KAYNAK TARAMASI

Bu bölümde, öncelikle kavram yanlışları ve özellikleri ile kavramsal değişim konularına ve bu konular ile ilgili olarak öğretimde son yıllarda etkin bir şekilde kullanılan yapılandırmacı öğrenme kuramına kısaca değinildikten sonra ışık ve renkler konularına ait araştırmalardan detaylı olarak bahsedilecektir.

### 2.1 Kavram Yanlışları ve Özellikleri

Fen öğretiminin amaçlarından birisi de fen ile ilgili kavramların doğru bir biçimde öğrenilmesini sağlayabilmektir. Kavram aslında anlamı itibarıyla soyut bir kelimedir. Ülgen, kavramı “insan zihninde anamlanan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formu/yapısıdır, bir değişkendir” şeklinde tanımlamaktadır [22]. Karamustafaoğlu, Karamustafaoğlu ve Yaman [23], kavramların dünyayı daha kolay anlaşılır hale getirdiğini, yeni durumlara genelleme yapmayı kolaylaştırdığını, daha kolay bir biçimde soyutlama yapılmasını sağladığını, daha fazla düşünce üretmeyi ve uzun süreli bellekte kolaylıkla depolanma ve gerektiğinde geri çağrılabilme özelliklerine sahip olduklarını belirtmektedirler. Bu nedenlerden dolayı kavramların öğrenilebilmesi oldukça önem kazanmaktadır.

Öğretmenler zaman zaman tüm çabalarına rağmen öğrencilerinin sınıfta ele alınan kavramları ve temel bilgileri kavramadıkları sonucuyla karşılaşabilmektedirler. Yapılan araştırmalar, bazı iyi öğrencilerin sorulan sorulara doğru cevaplar verebilseler bile aslında sadece ezberlediklerini aktardıklarını ve sınıf dışına çıktıkları zaman muhtemelen unutacakları bazı ifadeleri kullandıklarını ortaya koymaktadırlar [24]. Daha derinlemesine ve üst düzeyde sorular sorulduğundaysa bu öğrencilerin temel kavramları tam olarak anlayamadıkları açığa çıkmaktadır. Bilimsel olarak kabul edilemez bu fikirlere literatürde başta kavram yanlışlığı (misconception) [2], olmak üzere alternatif kavram (alternative conception), alternatif yapı (alternative framework) [3],

önkavramlar (pre-conceptions) [25], çocukların bilimi (children's science) [4] gibi değişik isimler verilmektedir [1].

Öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılan çalışmalar, bu düşünce biçimlerinin kişilerin doğdukları andan itibaren çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda etraflarında gelişen birtakım olayları anlama ve yorumlama yetenekleri ile oluştuğunu ortaya koymaktadır [26]. Ayrıca, geleneksel öğretim yöntemleri ile bu yanlışları ortadan kaldırmanın pek de mümkün olmadığı, özel öğretim yöntem ve stratejilerine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir [24, 25, 26, 27].

Öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılan araştırmalar kavram yanlışlarının genel özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

- Kavram yanlışları, genellikle günlük deneyim ve konuşma dilinden kaynaklanmaktadır. [24, 28]
- Kavram yanlışları, bilimsel olarak kabul edilemez ifadelerden oluşmuştur [26].
- Kavram yanlışları, geleneksel öğretim stratejilerine karşı direnç göstermektedirler [29, 30]
- Kavram yanlışları, genellikle daha önceki bilim insanlarının düştüğü yanlışlara paralellik göstermektedir [31, 32, 33].
- Öğretmenlerin öğrencileri ile aynı kavram yanlışlarına sahip oldukları sıkça görülmektedir [13, 34, 35].
- Kavram yanlışları yaş, yetenek, cinsiyet ve kültürel geçmişten bağımsızdır [36, 37].

Bu özellikler göz önüne alınarak öğrencilerin her yanlış cevabının bir kavram yanılığı olmadığı açıkça görülebilir. Kavram yanlışlarını diğer hatalardan ayıran en önemli özellik bunların değişime karşı büyük bir direnç göstermeleridir. Bu nedenle öğretim öncesinde öğrencilerde olması muhtemel kavram yanlışlarını bilerek bu yanlışları ortadan kaldıracak önlemleri almak gerekmektedir. Bu aşamada kavram

yanılığını ortadan kaldırabilmek için kavramsal değişim stratejilerinden faydalanmak yararlı olabilmektedir [27].

## 2.2 Kavramsal Değişim

Farklı tanımları bulunmasına rağmen fen eğitimcileri kavramsal değişimin, “zaten var olan bilginin daha fazla bilgi ile yeniden yapılandırılması” tanımında birleşmektedirler. Bu mevcut bilginin yeniden yapılandırılması, sadece mevcut olanların genişletilmesi ve zenginleştirilmesinin gerekli olduğu “kavramsal gelişmeden” temelde farklıdır [38].

Araştırmacılar kavramsal değişimi açıklamak için Piaget'nin öne sürdüğü özümleme (assimilation) ve düzenleme (accommodation) kavramlarından yola çıkmışlardır. Buna göre yeni kavram, kişinin daha önceki kavramsal yapısı ile çelişmiyorsa özümleme meydana gelir. Ancak varolan bilişsel yapı yeni kavramın kolay bir şekilde kabullenilmesine engel oluyorsa, bu durumda bilişsel yapıda bir düzenlemeye gidilmesi gerekmektedir. 1982 yılında Posner, Strike, Hewson ve Gertzog [27], kişinin bu yeni bilgiyi bilişsel yapısında düzenlemeye sokabilmesi için aşağıdaki şartların sağlanması gerektiğini öne sürmüşlerdir:

- 1) Yeni verilen kavramla öğrencide bir memnuniyetsizlik yaratılmalıdır.
  - Öğrenci karşılaştığı durumu önceden bildiği kavramlarla açıklayamaz.
  - Yeni problemi çözemediğinin, bilgisinin eksik olduğunun farkına varılır.
- 2) Yeni kavram kolay anlaşılabilir olmalıdır.
  - Öğrenciler deneyimlerini kullanarak yeni kavrama ilişkin doğal çözüm yolları keşfetmeye çalışabilmelidir.
- 3) Yeni kavram mantıklı, akla uygun olmalıdır.
  - Diğer bilgilere uygulanabilir olmalıdır.
  - Problemleri çözebilme kapasitesi olmalıdır.
- 4) Yeni kavram yararlı olmalıdır.
  - Yeni alanlara uygulanmaya ve geliştirilmeye açık olmalıdır.

Bu şartlar sağlanmadan bilişsel dengeye ulaşmak yani kavramsal değişimin olması imkansızdır [27].

Hewson ve Hewson [39], çalışmalarında kavramsal değişimi statülerin değişimi olarak ifade etmişlerdir. Özellikle de kavramsal değişim ifadesindeki “değişim” kelimesinin farklı kullanımlarından dolayı bu kelimenin üç farklı örnekle hangi anlamlara geldiğini açıkça ifade etmişlerdir.

Birinci anlamıyla değişim kelimesi; masaldaki prensesin kurbağayı öpmesi ile birlikte kurbağanın kaybolarak bir prense dönüşmesidir ki burada değişim önceki durumun yok olup, yerine yeni bir durumun gelmesidir. İkinci olarak değişim kelimesi, bir kişinin bankadaki hesabında bulunan parasının artması veya azalması ile örneklenmektedir ki burada değişim bir şeyin tamamen yok olması değil miktarının azalıp artması anlamındadır. Son örnekte ise, bir şehrin belediye başkanlığı seçimi ile ilgilidir. Seçimlerde aday olan başkan seçimleri kazanamaz ve aynı şehirden başka birisi başkanın koltuğunu geçerse buradaki değişimde de yok olma değil, statü değiştirme vardır. Başkanın statüsü düşerken, yeni seçilen kişinin statüsü artmıştır. Araştırmacılar kavramsal değişimden bahsederken ilk örnekteki gibi tamamiyle yok olmadan değil, özümleme, genişleme veya statü değiştirerek yer değiştirmeden bahsetmektedirler. Kavramsal değişimde kastedilen daha çok iki kavram arasından birisinin statüsünde artış olurken, diğerinde azalma olmasıdır. Yeni öğrenilen kavramın statüsü artarken, öncekinin statüsü azalmaktadır. Eğer böyle bir değişim olmasaydı, öğrenci daha önce tuttuğu kavramı bırakmayacak ve kavramsal değişim de hiçbir zaman mümkün olamayacaktır [39].

### **2.3 Yapılandırmacı Öğrenme Anlayışı**

1960' lı yıllara kadar eğitimde hükmünü sürdürmüş olan Pozitivist felsefe ürünü davranışçılık, gerçeğe nesnel yaklaşmış ve gerçeğin kişinin dışında olduğunu, keşfedildiğini ve ortaya çıkarıldığını savunmuştur. Bu yüzden bu paradigmaya göre nesnel olduğu kabul edilen bilgi kitaplara yerleştirilmiş ve derslerin amacı bilginin öğrencilere aktarılması olarak görülmüştür. Davranışçılığa göre öğrenme ancak bireyin

davranışlarında meydana gelen değişimlerle gözlenebilmektedir [40]. Bu bağlamda öğrenci pasif olarak “bilgiyi alan”, öğretmen de “bilgiyi aktaran” konumundadır [1].

Felsefede 1970’ li yılların sonlarında davranışçı yaklaşımlardan bilişsel yaklaşımlara doğru bir değişim olduğu görülmektedir. Bu değişimde Bruner, Piaget, Ausubel gibi bilişsel teorisyenlerin etkisi oldukça fazladır [1]. Temellerini Kant’ ın ve Piaget’ in attığı bu anlayışta bilginin keşfedilmek yerine yorumlandığı, ortaya çıkarmak yerine yapılandırıldığı savunulmuştur. Bilgi, kişinin dışında yani nesnel değildir. Aksine kişinin kendi deneyimleri, gözlemleri, yorumları ve mantıksal düşünceleri ile oluşur ve öznedir. Öznel gerçeklik üzerine kurulan yaklaşım “yapılandırmacılık (constructivism)” olarak adlandırılmıştır [41].

Epistemoloji (bilgi bilimi), bilişsel psikoloji ve pedagoji ile kuşatılmış bir felsefe olan yapılandırmacılık; öğrencilerin bir bilgiyi yeniden yapılandırmaları anlamına gelmektedir. Bu felsefeye göre, kişilerin önceki yaşantılarından dolayı sahip oldukları bilişsel yapıları vardır ve yeni karşılaştıkları olaylara bu yapılarıyla yaklaşırlar. Kısacası varolan bilişsel yapıları (ön bilgileri) yeni durumları algılamalarını etkiler. Yeni olayları var olan bilişsel yapılarıyla anlamaya çalışırlar [42].

Yapılandırmacı öğrenme kuramının özellikle fen öğretiminde kullanılan iki çeşidi vardır. Bunlar bilişsel ve sosyal yapılandırmacılıktır [42].

**Bilişsel Yapılandırmacılık:** İsveç’li psikolog Jean Piaget 1920’lerde insan gelişimi üzerine çalışmalar yaparken geliştirdiği teoriyi hem psikoloji hem de eğitim alanlarına yaymıştır. Piaget, çocukların çevrelerini okuyarak, dinleyerek, keşfederek ve deneyimle anlamlandırdıkları üzerinde durmaktadır. Bilişsel oluşturmacılık Piaget’in öğrenme teorisi temellidir ve öğrenmeyi Piaget’in öne sürdüğü özümleme (assimilation), düzenleme (accommodation) ve bilişsel denge (cognitive balance) teorileriyle açıklar [42].

Bu yaklaşımda başlangıç noktası, kişinin o ana kadar sahip olduğu bilgiler ve o bilgilerden oluşturduğu bilişsel yapılarıdır. Eğer kişi yeni bilgiyi bu bilişsel yapısını kullanarak anlamlandırabiliyorsa yani eski bilgileriyle çelişmiyorsa, bilişsel yapısının içinde bu bilgiyi özümleyebilir. Böylece kişi yeni bir bilişsel dengeye ulaşır [42].

Eğer yeni bilgi kişinin önceki bilgileriyle çelişiyorsa, kişi bu bilgiyi varolan bilişsel yapısı içinde özümleyemez ve bilişsel bir karmaşa ya da dengesizlik (cognitive conflict) yaşar. Böylece kişi yeni bilgiyi özümleyebilmek için bilişsel yapısında yeni bir düzenlemeye gitmek zorunda kalacaktır [42].

**Sosyal Yapılandırıcılık:** Sosyal yapılandırmacılar öğrenmeyi açıklamada Vygotsky' nin görüşlerini temel almışlardır. Vygotsky, öğrenmede kültürün ve dilin önemli bir etkisi olduğunu savunmuş ve bilginin sosyal etkileşimlerle oluştuğunu öne sürmüştür. Vygotsky' ye ait üç teori şudur [41]:

1) *Anlamlandırma (Meaning Making):* Kişilerin içinde yaşadıkları toplum ve kültür bilgiyi anlamlandırmasında etkilidir.

2) *Bilişsel gelişim araçları:* Bunlar kültür, dil, ve çevrede çocuk için önemli olan kişilerdir. Bu araçların şekli ve kalitesi bilişsel gelişimi etkiler.

3) *Yakınsal gelişim alanı (The Zone of Proximal Development):* Vygotsky'e göre kişinin gelişimi sonu olmayan bir silindire benzer ve bu silindir üzerinde, kişinin problem çözme becerileri geliştikçe yukarılara doğru kayan bir gelişim alanı vardır. Bu silindirin tabanında kişinin yardım almadan çözebileceği problemler, tavanında ise yardım alsa da çözemeyeceği problemler vardır. Arada ise gerektiğinde yardım alarak çözebileceği problemler bulunmaktadır. Vygotsky, öğrencinin en alttan başlayıp, etrafından gerektiğinde yardım alarak silindirin daha üst kısımlarına gelebileceğini savunur. Bu teoriye göre kişinin gelişimi hayat boyu devam eder. Hayatı boyunca bu tipte problemleri olacak ve kişi yardım aldıkça problemlerini çözme becerilerini geliştirecektir [41, 42].

Sosyal yapılandırmacıların en büyük katkısı, öğrenmede sosyal çevrenin ve dilin önemini vurgulamaları olmuştur. Sosyal yapılandırmacılar şunları savunurlar [41, 42]:

1) Öğrenme ve gelişim sosyal bir etkinliktir; öğrenci kendi bilgisini bilincinde kendi anlama şekliyle oluşturur ya da oluşturmaz.

2) Öğretmen, öğrenme sürecinde kolaylaştırıcı görevdedir.

3) Öğrencilerin birbirleriyle etkileşimleri sağlanmalıdır.

Sonuç olarak hangi türü olursa olsun yapılandırmacı anlayışta, öğrenmenin oluşabilmesi için, bireyin yeni olayları veya olguları zihninde daha önce öğrendikleri ile ilişkilendirmesi gerekmektedir. Bu anlayışa göre öğrenme, “*bireyin bilgiyi yorumlama ve inşa etme sürecidir ve bu süreç, bireyin önceden inşa ettiği düşünce biçimleri tarafından yönlendirilir*” [43]. Kısacası, aynı sınıfta aynı öğretimi gören öğrencilerin farklı fikirler ve yorumlar edinmiş olarak sınıftan ayrılabilmeleri olasıdır [43]. İşte bu bağlamda öğrencilerin bilgiyi yapılandırılmasında ortaya çıkan bu öznellik, her bir öğrenciye özel kavram yanılgılarının ölçülmesinde nitel araştırma süreçlerinin kullanılmasını gerektirmektedir [43]. Bu çalışmada da öğrencilerin düşünce biçimleri ve kavram yanılgıları ortaya konmaya çalışıldığından yapılandırmacı felsefi anlayış temel alınmıştır.

## 2.4 Işık Konusu ile İlgili Çalışmalar

Fen eğitiminde ışık ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların özellikle belirli konular üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bouwens [44] çalışmasında, o güne kadar yapılan araştırmalardan yola çıkarak ışık konusu ile ilgili 70 temel kavram yanılgısını 6 kategoride toplamıştır. Bu yanılgılar; ışığın doğası ve özellikleri, ışığın doğrusallığı ve dinamik özellikleri, madde ve nesnelere ışığın etkileşimi, görme kavramı, renk ve görüntü oluşumu konuları üzerine odaklanmıştır.

Işık konusu ile ilgili yapılan çalışmalar yukarıda bahsedilen kategorilere benzer şekilde, araştırmacı tarafından aşağıda verilen 7 temel başlık altında özetlenmiştir:

- Işık ve özellikleri
- Işık ve gölge oluşumu
- Işık ve görme kavramı
- Kırılma
- Görüntü oluşumu
- Renkler
- Geometrik optik

#### 2.4.1 Işık ve Özellikleri ile İlgili Çalışmalar

Andersson ve Kärrqvist [45] çalışmalarında, yaşları 12 ile 15 arasında değişen öğrencilerin öğretimden önce ve sonra ışık ve özellikleri konuları hakkında aşağıda verilen iki temel soruya ilişkin fikirlerini araştırmışlardır.

- 1)Işıkla ilgili olayları açıklamada öğrenciler ne ölçüde “ışık vardır ve boşlukta yayılabilir” modelini kullanmaktadırlar?
- 2)Bir cisim gördüğümüzde göz ile nesne arasındaki ilişkiyi açıklamada öğrencilerin sahip olduğu fikirler nelerdir?

Ayrıca bu çalışmada, öğrencilerin kırılma ve beyaz ışığın filtreden geçtiği zaman renk değiştirmesi olaylarını nasıl açıkladıkları da araştırılmıştır. Bütün bu sorulara yanıt bulabilmek için öğrencilere, günlük hayatla ilişkili açık uçlu dört sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin ışığın boşlukta yayılmasını ve varolmasını anlayamadıklarını, görme olayının gerçekleşmesi sırasında göz ile görünen nesne arasında bir yol olduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, bilim insanlarının ışık olayları ile ilgili ortaya attıkları ilk fikirleri ile öğrencilerin fikirleri arasında benzerlikler olduğunu göstermektedir.

La Rosa, Mayer, Patrizi ve Vincentini [46], yaptıkları üç aşamalı çalışmada İtalyan ortaöğretim öğrencilerinin ışıkla ilgili fikirlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. İlk aşamada 20 fen öğretmenin “ışık nedir?” sorusuna ilişkin görüşleri alınmış ve grup halinde tartışmalar düzenlenmiştir. Ayrıca öğretmenlere, yansıma, kırılma ve renklerle ilgili açık uçlu sorulardan oluşan yazılı test uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında, henüz geometrik optik dersi almamış 63 ortaöğretim öğrencisine dört açık uçlu sorudan oluşan yazılı bir test verilmiştir. Araştırmanın son aşamasında ise, öncelikle öğretmenlerle görüşmeler yapılmış ve bu görüşmelerden elde edilen sonuçlar öğrencilerle yapılacak olan görüşmenin prosedürünü hazırlamada katkı sağlamıştır. Ardından seçilen 8 öğrenci ile klinik görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili iki görüş ortaya çıkmıştır. İlki aynanın diğer nesnelere yansıtan bir cisim olduğu görüşüdür. İkincisi ise metalik nesnelere tarafından üretilen ışık yansımaları ile ilgili deneyimleri içermekte ve aynaların diğer



nesneleri ve ışığı yansıtıkları düşünülmektedir. Aynaların nasıl yansıttığı konusunda ise, ışığa maruz kalan cisimlerin ısınması olayıyla ışığın yayılması arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bununla birlikte sahip olduğu renklere göre nesnelere ışığı ve ısıyı çeker (soğurur veya içinde tutar) görüşü ile ilgili olarak sıralama yapmışlardır. Buna göre siyah, mavi, kırmızı ve beyazın en sıcaktan en soğuk olacak şekilde sıralaması yapılmıştır. Öğrenciler basit itme çekme modelini kullanarak açıklamalarda bulunmuşlar ve bunun dışındaki açıklamalarda ise “nesne kendi rengindeki ışığı çeker”, “koyu renkler açık renkleri çeker”, “koyudan açık renklere gidildikçe değişen sırada çekme vardır”, “nesne aynı renkteki ışığı iter” gibi görüşler belirtmişlerdir.

Saxena [47], yaptığı çalışmada Hintli öğrencilerin ışıkla ilgili kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla lise fizik müfredat programını tarayarak ışıkla ilgili temel kavramlar (gölge oluşumu, görme, kırılma, kırınım ve nesnelere ve ışığın renklenmesi) hakkında 8 adet soru hazırlamıştır. Birinci soru dışında tüm sorular çoktan seçmeli ve en az üç seçeneğlidir. Her soru için işaretlenen seçeneğin nedeninin yazılacağı bir boşluk bırakılmıştır. Ayrıca kavram yanılgıları ile ilgili daha derinlemesine bilgi sahibi olmak için öğrencilerin %5'i ile görüşme yapılmış ve anket 4 farklı öğrenci grubunda bulunan toplam 181 kişiye uygulanmıştır. Birinci gruptaki öğrenciler 10. sınıftır ve seviyelerine uygun olarak sınava tabi tutulmuşlardır. 2., 3. ve 4. gruplar 11. ve 12. sınıflarda olup daha önce ışıkla ilgili konuyu öğrenmiş olan gruplardır. Grup 3 ve 4'e üniversite düzeyinde geometrik optik ve fiziksel optik ile ilgili sorular sorulmuştur. Anketteki ilk soru yansıma kanunlarını sınavan bir sorudur ve öğrenciler bu soruya genelde yanlış cevap vermişlerdir. Bu sorudan;

- öğrencilerin ışığın davranışı ve görme süreci arasındaki ilişkiyi kuramadıkları,
- yansıma kanunlarını tam olarak bilseler bile, ışığın normalle eşit açı yapacak şekilde yansıması gerektiğini gösteremedikleri,
- içinde hiçbir şeyin olmadığı bir odada ışığın yayılamayacağını düşündükleri belirlenmiştir.

Gölgenin oluşumu ile ilgili sorulan ikinci soru ile ilgili olarak da öğrencilerden doğru yanıt verenlerin yüzdesinin oldukça düşük olduğu araştırmacı tarafından ifade

edilmektedir. Işığın yayılması ile ilgili bir soruda öğrencilerin %75' i doğru seçeneği işaretlemiş olmalarına rağmen yaptıkları açıklama yanlıştır. Öğrenciler ışığın doğrusal yolla yayıldığını bildikleri halde bunu açıklamalarında kullanamamışlardır. “Işık bir el fenerinden filtre üzerine düşer ve diğer tarafa kırmızı ışık olarak geçer. Bu süreçte ne olmuştur?” sorusuna yanlış yanıt veren öğrencilerin %10' u *beyaz ışık soğurulur ve kırmızı ışık yayar* yanıtını seçmişlerdir. “*Bir gül beyaz ışıkta kırmızı görünür, sarı sodyum ışığına konduğunda hangi renkte görülür?*” sorusuna her gruptan öğrencilerin %40' ı doğru yanıtı verirken yine de bazı öğrencilerin “gül karışık renkli görünür” veya “kırmızı + sarı = mavi” şeklinde yanıt verdikleri görülmüştür. Merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili sorulan sorularda doğru cevap verenlerin sayısı oldukça azdır. Özellikle öğrencilerin şekil ve çizim içeren soruları yanıtlamakta daha çok zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Özetle, araştırmada elde edilen sonuçlara göre; görme olayı, mat cisimlerin gölge oluşturması, filtrenin etkisinde görüntü ve merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili durumlarda öğrencilerin birçok problemi bulunmaktadır.

Fetherstonhaugh ve Treagust [48], ışık ve özellikleri üzerine kavramsal değişime neden olacak bir öğretim stratejisinin etkililiğini değerlendirmek amacıyla, 8 ve 10. sınıf öğrencilerine açık uçlu 16 sorudan oluşan öntest, sontest ve gecikmiş son test uygulayarak iki öğrenci ile görüşme yapmışlardır. Bir yıl sonra aynı 8. sınıf öğrencilerine, kavramsal değişim stratejisine dayanan Posner ve arkadaşlarının [27] belirlediği şartlar ve Hewson ve Hewson [38]' un öğretimde şema için önerdiği 4 şart göz önüne alınarak geliştirilen bir öğretim uygulanmıştır. Öğrencilere “Işık nasıl yayılır?, Nasıl görürüz?, Işık nasıl yansır?, Mercekler ne işe yarar?” türünden sorular sorulmuştur. Uygulanan öğretim sonunda sontest sonuçlarına bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların öntest yanıtlarına göre oldukça fazla olduğu görülmüştür. Öntestte öğrencilerden %94' ü “görüntü oluşumu için bütün mercekler gereklidir” şeklinde düşünürken sontestte bu oran %25' e düşmüştür. Yine “ışık gece boyunca yayılmaz” diyen öğrencilerin oranı %15 iken son testte %6' ya düşmüştür. Gecikmiş sontest uygulandığında ise öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun 3 yıl önceki kavramlarına geri dönmedikleri görülmüştür.

Galili ve Hazan [49], ışık ve görmenin anlaşılmasına ilişkin tarihsel fikirleri içeren derslerden oluşan öğretim planı oluşturarak deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Bu derslerde kullanılan materyaller aynı zamanda değerlendirme amaçlı seçilmiş ve öğretimin öğrencilerin alan bilgisindeki etkisine odaklanılmıştır. Araştırmacılar özel hazırlanmış ders kitabını öğretim sırasında kaynak olarak kullandıklarını ve kitabın programda yer alan orta öğretim geometrik optik dersine ilişkin tüm konuları içerdiğini belirtmişlerdir. Öğretim, ortaçağ Arap ve Roma dönemi görme teorileri, ışığın uzayda yayılması, ışık ışınları, gölgeler ve gölgelerin kullanımı, yansıma ve kırılma, ayna görüntüleri ve bu görüntülerin doğası ve ışık hızı konularını içermiştir. Çalışma dört aşamadan oluşmuştur.

1. *Hazırlık çalışması:* 102 ortaöğretim öğrencisinin geometrik optik üzerine yapılan geleneksel öğretimin hemen sonrasında kavramsal anlamaları incelenmiş ve öğrencilerin hiyerarşik bilgi yapıları belirlenmiştir.

2. *Öğretim planının oluşturulması:* Yeni öğretim planı alternatif bilgi yapılarını karşılayacak, tarihsel ve felsefik fen içeriğini uygulayacak şekilde oluşturulmuştur.

3. *Öğretimin uygulanması:* Yeni öğretim planı rasgele seçilmiş ve toplam 141 öğrenciden oluşan 4 ayrı 10. sınıfa uygulanmıştır. Ayrıca 93 öğrenciden oluşan 3 kontrol grubu sınıfında da geleneksel öğretim yapılmış olup haftada 4 saat olacak şekilde çalışma, bir akademik yıl boyunca sürmüştür.

4. *Verilerin analizi:* Deney ve kontrol grubu sınıflarının bilgileri hazırlık aşamasında olduğu gibi yapı çıkarmak suretiyle değerlendirilerek analiz edilmiştir. Her bir bilgi yapısının frekansları verilerek, alternatif bilgi veya bilimsel kavramlar içeren yapıların oranları ortaya konmuştur.

Verilerin analizi sonucunda görme konusunda en çok “kendiliğinden görme” adı verilen yapı ortaya çıkmıştır. Bu yapıda yer alan görüşe göre görme; gözlerin var olmasıyla doğal olarak gerçekleşir. Bu grupta gözler ve gözlenen nesne arasında herhangi bir mekanizma veya ortamdan bahsedilmemiştir. Nesnenin görülmesi için yalnız “görüş alanı” içinde bulunması yeterli şart olarak görülmüştür. Ayrıca öğrenciler çizimlerinde göz ile nesne veya görüntü arasında herhangi bir fiziksel bağlantı (ilişki) göstermemişlerdir. Işık ya durağan ve uzayı kaplayan ya da uzayda yol alan ve bir yandan gözlenebilen aydınlık bir nesne olarak algılanmıştır. En iyi açıklamada ışık, görmeyi kolaylaştıran ve iyileştiren bir faktör olarak düşünülmüştür. Bu düşüncelere sahip öğrenci oranı deneysel grupta kontrol grubuna kıyasla az olup öğrenciler daha çok

“ışık, nesnelere yansır, doğrusal olarak yayılır ve gözlemcinin gözünde kırılır” ve “nesneden çıkan ışık ışınları retinada görüntü oluşumuna sebep olur” şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Kontrol grubundaki öğrenciler ışığı dış bir nesne olarak algıladıkları için “gözleyici ile ilgisi olmayan gözlemdeki pasif nesne” şeklinde adlandırmışlardır. Işığı malzeme ışınlarının bir bileşimi olarak gören öğrenci sayısı deney grubunda %55 azalmıştır. Bu grupta sadece ışınlar üzerine sezgisel (naif) fikirler değil aynı zamanda ışığın durağan olduğu fikrinin de benimsenme oranı dikkate değer bir biçimde düşmüştür.

Kontrol grubu öğrencileri görüntüyü, cismin bir kopyası olan ve bütün olarak ortamda hareket edebilen, durabilen veya dönebilen bir varlık olarak tanımlarken deney grubunda bu oran %17 daha azdır. Öte yandan görüntü oluşumu cismin bir noktasından çıkan tek ışık ışınıyla açıklanmıştır. Öğrenciler sıkça, bu tek ışın uygun doğrultuda yol alır ve görüntünün ilgili noktasına “taşır” demişlerdir. Bu görüş deney grubunda kontrol grubuna oranla %27 azalmıştır. Gruplararası farklılığa bakıldığında, kontrol grubu öğrencilerince belirsiz anlamlı kullanılan “ışık ışını” terimi yerine, deney grubunda “ışık”, “ışın demeti” ve “ışık akısı” terimleri kullanılmıştır. Araştırmacılar, gerçek görüntünün bilimsel tanımının sezgisel (naif) fikirlere göre avantajını, görüntünün “yakınsayan ışık akısından dolayı elde edilen ışık noktaları kümesi” olarak algılanmasına ve bunun sadece deney grubunda ortaya çıkmasına bağlamışlardır. Düzlem aynada görüntü oluşumu konusunda kontrol grubu öğrencilerinin çoğu görüntü gözlenmesi sürecini iki ayrı sürece ayırmışlardır ki bunlar görüntü oluşumu sırasında ve sonrasında bağımsız olarak görüntünün gözlenmesi şeklindedir. Deney grubu öğrencilerinin çoğu ise, kontrol grubuna göre ayna görüntüsünü optik ilüzyon olarak tanımlamıştır. Çalışma bulgularından, tarihsel materyallere dayalı öğretimin 10. sınıf öğrencilerine başarıyla uygulanabileceği, alternatif bilgi yapılarının sayısının böylesi bir öğretim sonrası azaldığı ve bilimsel doğrularla uyuşan yeni bilginin daha büyük frekanslarla ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Büyükkasap, Düzgün ve Ertuğrul [8], lise ve Sağlık Meslek Lisesi (SML) öğrencilerinin ışık hakkındaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla 3 grup sorudan oluşan bir test hazırlanmış ve lise 1., 2., ve 3. sınıflarla SML 1. ve 4. sınıflardaki toplam 214 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca birkaç öğrenci ile testteki bazı sorular

üzerine görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin ışık konusu hakkında pek çok kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Örneğin; 9. sınıf öğrencilerinin %91' i, 10. sınıf fen bölümü öğrencilerinin %79' u, sosyal öğrencilerinin %100' ü, 11. sınıf fen öğrencilerinin %85' i, sosyal öğrencilerinin %91' i, SML fen öğrencilerinin %87' si sosyal öğrencilerinin ise %93' ü “ışığın gece ve gündüz farklı uzaklıklara yayılacağı” görüşünü benimsemişlerdir. Öğrencilerin gündüzleri ışık kavramlarının etkilerini gözlemleyemediklerinden bu tür yanlış kavramlara sahip olabilecekleri belirtilmiştir.

Koray ve Bal [50], öğrencilerin ışık ünitesinde yer alan konular hakkındaki bazı yanlış kavramlarını tespit etmek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan testi 5. ve 6. sınıfta okuyan toplam 50 öğrenciye uygulamıştır. Işığın yayılması ile ilgili öğrencilerin ışığın gece ve gündüz olmasına göre farklı uzaklıklara yayılacağını benimsedikleri görülmüştür. Öğrencilerden ışığı tanımlamaları istendiğindeyse “elektrikle çalışan bir yapı”, “uzayda hareket eden bir varlık” gibi ifadeler kullanmışlardır. Işığın hızının büyüklüğü ile ilgili olarak %26.7 oranında bir 6. sınıf öğrencisinin, ışığın “hava, boşluk, cam, su” gibi ortamlarda farklı hızlara sahip olduğu düşüncesini ortaya koymuşlardır.

Ayvacı ve Devocioğlu [51], ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin ışık ünitesiyle ilgili, daha önceden belirlenmiş olan kavram yanlışlarının giderilmesinde, geleneksel öğretim yöntemiyle ve kavram haritası tekniği kullanılarak desteklenmiş bir fen öğretiminin öğrenci başarısına etkililiğini incelemişlerdir. Öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla 6 tanesi doğru-yanlış, 11 tanesi de çoktan seçmeli türden olan toplam 17 adet soru hazırlanmıştır. Bu test deney ve kontrol grubu olarak seçilen 26' şar kişilik iki gruba konunun öğretiminden önce uygulanmıştır. Ardından deney grubu öğrencilerine ışık konusu geleneksel öğretimi destekleyici olarak kavram haritaları kullanılarak öğretilmiş, kontrol grubuna ise sadece geleneksel konu yöntemle anlatılmıştır. Öğretim bittikten bir hafta sonra aynı test uygulanarak iki grubun başarıları karşılaştırılmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin öntest sonunda, en çok ışığın aydınlatma etkisi, ışığın hızı, aydınlatılmış cisimler, ışığın yayılması konularıyla ilgili sorularda hataya düştükleri belirlenmiştir. Öntest ve sontest verileri karşılaştırıldığında ise kavram haritası tekniğiyle öğrenci başarısı arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur. Her iki gruptaki öğrencilerin başarı seviyeleri arasındaki

anlamli farki belirlemek amaciyla t-testi yapilmistir ( $t=-5,051$ ,  $p<0.001$ ). Ayrica deney grubu ogrencilerine uygulanan kavram haritalarinin, ogrencilerin ilgisini cekmesinin yaninda motivasyonu ve derse katilimi arttirdigi, geleneksel yontemlere gore daha etkili oldugu da arastirmacilar tarafından gozlenmistir.

Kara, Kanli ve Yagbasan [10], lise 3. sinif ogrencilerinin ışık ve optik ile ilgili zor ve yanlış anladıkları kavramları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Ayrica, bunların sebeplerini rehber ogretmen, fizik ogretmenleri ve ogrencilerle yapılan goruşmelerle arastirmışlardır. Veri toplama aracı olarak arastirmacilar tarafından gelistirilen 32 sorudan oluşan bir coktan secmeli basari testi 143 ogrenciye uygulanmistir. Calışma sonuclari sorularin uygulandiğı uc liseye gore ayri ayri değerlendirilmis ve nedenleri aciklanmaya calışilmıştır. Arastirma sonuclari ozetlenirse;

- a) Işığın doğru boyunca yayılması sorulari ogrenciler tarafından doğru olarak yanıtlanmıştır. Aynalardan oluşan sistem sorularında zorlanmışlardır. Düzlem aynalarda ise, geometri bilgilerinin sorulara aktarmakta gucluk cektikleri icin aynanın dodurulmesi sorularında basarisiz olmuşlardır.
- b) Işığın kırılması ile ilgili sorularda ortamların kırılma indisleri ve ışığın bu ortamlardaki hızlarını sıralayamamışlardır.
- c) Merceklerde ışın çizimleri ve hesaplamalar doğru olarak yapılamamıştır.
- d) Değişik şekilde yerleştirilen prizmalara ışık ışınları gönderildiğinde, ogrenciler bu ışınların prizmalarda izledikleri yolları çizmekte basarisiz olmuşlardır.
- e) Aydınlanma şiddetinin bulunması konusunda ogrenciler ÖSS sınavında soru sorulmadığından önem vermemişler ve bu konuyla ilgili sorulari yapamamışlardır.
- f) Işığın renklere ayrılması konusunda ise herhangi bir problem ortaya cıkmamıştır.

Andersson ve Bach [52] calışmalarında, geometrik optik alanında fen eğitimi arastirmaciları ve okullardaki ogretmenlerin bir araya gelerek ogretim planları oluşturma ve ogrencilerin ne ogrendiklerine bakarak uygulamada bu planların işleyişinin değerlendirilmesi felsefesine gore bir arastirma programının nasıl uygulanması gerektiği üzerinde durmuşlardır. İsveçte' ki 15-16 yaşlarında 8. ve 9. sınıflardaki 240 ogrenciden

oluşan 13 şubeye öğretim planı 9 farklı öğretmen tarafından uygulanmıştır. 1 şube her ders izlenirken diğerleri değişik zamanlarda gözlenmiştir. 3 farklı okuldan 5 öğretmenle öğretim öncesi ve sonrası görüşmeler yapılmıştır. Öğretim öncesi görüşmelerde geometrik optik öğretimindeki önceki deneyimler kullanılan öğretim metotları, konuların işleniş sırası ve öğrencilerin öğrenme güçlükleri tartışılırken öğretim sonrası görüşmelerde öğretim planının nasıl anlaşılıp uygulandığı üzerinde odaklanılmıştır. Bu öğretmenlerden 2'si öğretim planı için 18 saat harcarken diğer üçü ikisine göre 12-14 saat arasında değişen daha az zamanlar harcamışlardır. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmek için ise, öğretimden önce ve sonra 11 sorudan oluşan test verilmiştir. 11 sorunun 7'si açık uçlu iken 4 tanesi çoktan seçmeli olarak belirlenmiştir. Soruların 6'sı ışığın doğrusal yolla yayılması, görme ve yansıma kanunları ile ilgili iken 3 tanesi görüntü oluşumu 2 tanesi ise kırılma ve soğurulma ile ilgilidir. Çalışmanın sonuçlar bölümünde testteki 6 sorunun kapsadığı ışığın doğrusal yolla yayılması, görme, ışığın yansıması kavramlarını kapsayan bulgular sunulmuştur. Bu 6 soruya ilişkin başarı yüzdesi ön testten son teste %17 ile %50 arasında bir değişim göstermiştir. Bununla birlikte öntestten sonteste daha düşük yüzdelerin ya da hiç gelişimin olmadığı durumlar (geri kalan 5 sorunun içerdiği kırılma ve görüntü oluşumu konularında) da elde edilmiştir. Öğretmen klavuzundaki görüntü oluşumu konusundaki hatalı noktalar ve öğretmenlerin görüntü oluşumunda zaman ve çizimler açısından yeterli özenin gösterilmemesi bu durumun sebeplerinden gösterilmiştir.

Raftopoulos, Kalyfommatou ve Constantinou [53] çalışmalarında, ışığın geometrik modelini optik konusunu uygun içerikte yerleştirmek ve gerekli önlemleri almak şartıyla, optik olaylarının öğretiminde vazgeçilmez olduğunu savunmuşlardır. Çalışmanın amacı, geometrik modeli optik öğretiminde, onun kullanılabilirlik ve verimi üzerine mümkün saldırılara karşı geçerli iddia ve örneklerle savunmaktır. Özellikle dalga ve tanecik modellerini bir noktada birleştiren nötral bir teori olan geometrik modelin sınırlılığı olarak, ışığın sadece yansıma ve kırılma özelliklerini açıklamada yeterli olduğu vurgulanmıştır. Newton, girişim saçaklarını açıklamada ışığın ışın modelini kullanmayı denemiş ancak geometrik modelin notrallığını koruyamayacağını anlayıp ışıklara parçacık özelliği atamıştır. Bununla birlikte yazarlara göre en önemlisi, geometrik modelin dalga veya parçacık modellerinden biri ile uzlaşma içinde olup sınıfta

kullanılabileceğini düşünmeleridir. Buna göre ışık, eğer dalga ise bir ışık ışını dalga yüzünün hareket doğrultusunu, eğer parçacık ise ışık kaynağından salınan parçacıkların yönünü temsil eder. Araştırmacılara göre ışık konusunun tarihsel gelişimi iki sebepten dolayı yararlı öğretim aracı olabilir. Bunlardan ilki iki modelin; (dalga ve tanecik) varoluşunu hatırlatmanın öğrencilerde bilimsel modelin ne olduğunu, nasıl kullanıldığını ve sınırlarının nereye kadar devam ettiğini anlamalarına yardımcı olacaktır. İkinci olarak, ışığın şekilsel veya geometrik modelinin öğretme öğrenme aktivitelerinin sunumunda öğrencilerin bilişsel profilleri ile uyacak şekilde daha yararlı verilmesini sağlayacağı görüşüdür.

Raftopoulos ve ark. [53], ilk ve ortaöğretim öğrencilerinin, öğretimden önce ve sonra geometrik optikteki kavramsal açıklamalarını daha önce yapılan çalışmalardan incelemişlerdir. Bu çalışmalarda öğretim öncesi kavramsal açıklamaların, Newton'un "ışık bir ışınlar takımı" modeli ile uyuşup uyuşmadığı ve öğretim sonrasında ortaya çıkan kavram yanlışlarının sebeplerine bakılmıştır. Her ne kadar araştırmacılar tarafından geometrik modelin, bir soruda dalga modelinin kullanımı gerektiğinde bunun doğru kullanımını engellediği bildirilmişse de araştırmacılar çalışmanın devamında geometrik modeli kullanmanın belli optik olayların öğrenmesini arttıracaklarını vurgulamaktadırlar. Buna göre, öğrenmenin bilişsel yapısı da gözönüne alınarak öğrencilere önce alanın temel özelliklerini ve işleyişini vermek gerekmektedir. Işığın dalga ve tanecik modelini düşünecek kadar gelişmişlik seviyesinde olmayan öğrencilere, ışın modelini kullanarak ışığın geometrik modeliyle öğretim yapmak onlarda ışığın uzayda yol alan fiziksel bir varlık olduğu fikrini aşılabilirliği vurgulanmaktadır. Raftopoulos ve ark. [53], Newton' un da ışık teorisi ile ilgili çalışmalarında inandığı gibi okullarda ışık konusu öğretilirken önce ışığın özelliğinin öğrencilere verilmesini, ardından ışığın doğası ile ilgili çalışmalara girilmesini savunmaktadırlar. Böylelikle ışınların geometrik modelinin kullanımıyla küçük yaş grubu öğrenciler için zor olan ışığın doğası hakkındaki tartışmalardan kaçınılacağı ve ışığın özelliklerinin anlaşılabilir olarak daha sonra ışığın doğası hakkında daha karmaşık fikirleri yorumlayabileceklerini düşünmüşlerdir.

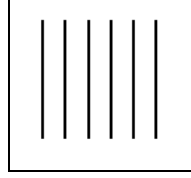


### 2.4.2 Işık ve Gölge Oluşumu ile İlgili Çalışmalar

Brickhouse [54], yaptığı çalışmada ışık, gölge ve ışıkla ilgili diğer teorilerin gelişimiyle, öğrenci gözlemleri arasındaki etkileşimi incelemiştir. Çalışmada veriler, yaklaşık iki hafta boyunca günde 1 saat süren derslerde 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve gölge oluşumu ile ilgili öğrenmelerinin not edilmesi ve videoya kaydedilmesi ile elde edilmiştir. Video kayıtlarından elde edilen veriler üç farklı grupta toplanmıştır: a) ışıkla ilgili gözlemler ve açıklamalar, b) gölge ile ilgili gözlemler ve açıklamalar, c) ışık ve gölge ile ilgili sınıf dışında yapılan gözlemler. Çalışmanın yapıldığı sınıf 30 kişilik 3. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Derslerin planları sınıf öğretmeni ve bir program geliştirme laboratuvarı araştırmacısı tarafından hazırlanmıştır. Bu kişiler ışık ve gölge oluşumu ile ilgili öğrencilerin alternatif kavramları ve öğrenmede kavramsal değişim konularında bilgilendirilmişlerdir. Sınıf tartışmaları ve görüşmeler sırasında bazı alternatif fikirler elde edilmiştir. Bunlar: a) Işığın, bir kaynak veya etkisi hissedilen bir varlık olarak tanımlanması, b) gölge oluşumunun aynı yüzeyde nesnenin bir yansıması olarak düşünülmesi, c) ışığın uzaydan gelmesi durumunun kavranamaması, d) ışığın kaybolması ya da çoğalmasının korunuyor olmasından daha çok düşünülmesi, e) sadece etkilerinin görülebilecek şiddette olduğu durumlarda ışığın var olduğunun düşünülmesi, f) ışığın karanlıkta daha fazla yayıldığı düşünülmesidir. Yapılan ön görüşmelerde öğrencilerin ışığın boşlukta yayılmadığını düşündükleri ortaya çıkmış ve hazırlanacak ders planları bu açıdan değerlendirilmiştir. Genellikle üç aşama olan dersin başında öğretmen derse giriş yapmaktadır. Öğretmen tarafından yapılan bir gösterinin ardından küçük grup tartışmaları yoluyla bu olay keşfedilmeye çalışılmakta ve tartışılmaktadır. Son aşamada öğrenciler buldukları sonuçları sınıfça tartışıp değerlendirmektedir. Araştırma üç ana grupta incelenmiştir:

*Işıkla ilgili açıklamalar ve gözlemler:* Öğrenciler ışığın nasıl yayıldığını açıklamaya çalışırken, “*bunun sebebi, güneşi görmemiz ve toz parçaları arasındaki ışınlardır*” demişlerdir. Üçüncü gün sonunda öğrencilerden bir kısmı ışığın yayıldığını söylemiş, 4. gün “*eğer ışık yayılıyorsa ışığı nasıl durdurursunuz?*” sorusuna “*önüne bir şey koyarız*” şeklinde yanıt vermişlerdir. Bazı öğrenciler bu durumu açıklarken gölgeden bahsetmiştir. Beşinci gün öğrencilerden ışığın yayılması ile ilgili siyah bir kartonun üzerine sarı renkli kurdelalar kullanarak bir model oluşturmaları istenmiştir.

Işığın ilerlemesini düşünerek hazırlanan model (A), yayıldığını düşünenlerin modeli ise (B) şeklindeki gibi ortaya çıkmıştır.



**Model A**



**Model B**

Öğrenciler daha sonra B modelini tartışarak ve gözlem yetenekleri sayesinde B modelinin en uygun model olduğu sonucuna varmışlardır.

*Gölgenin oluşumu ile ilgili açıklamalar ve gözlemler:* Pek çok öğrenci ile yapılan görüşmelerde; ışığın varlığıyla ilgili bir kanıt olarak gölge görülmekte ve ışığın nesnelere durdurulması sonucunda gölgenin oluştuğu belirtilmektedir. Öğrenciler 5. gün ışığın önüne bir oyuncak bebek konulduğunda ışığın durduğunu, çünkü gölgenin oluştuğunu gördüklerini söylemişlerdir. Yine de tam olarak gölgenin kaç tane ve nerede oluştuğuyla ilgili bir yorum yapamadıkları görülmüştür. Öğrencilerden bazıları bebeğin önünde ve arkasında oluşan gölgelerle ilgili okul dışındaki deneyimlerini kullanarak açıklamalar yapmaya çalışmıştır. 6., 7. ve 8. günün sonunda sonuçları karmaşa yaratan veriler ortaya çıkmış olmasına rağmen çocuklar bu durumların hepsini akla uygun ve mantıklı bulmuştur.

*Gölgenin oluşumu ve ışıkla ilgili sınıf dışı gözlemler:* Çocuklar evlerindeki ışığın nasıl yayıldığını araştırmak için birtakım gözlemler yapmışlar ve ışığın evlerinde neden boş deliklere doğru gittiğini araştırmışlardır. 8. gün sonunda öğretmen gölge ile ilgili olarak evlerinde ve çevrelerinde neleri gözlemlediklerini sorduğunda; çoklu gölge oluşumu, koyu gölge ve bazı objelerin ışıklı gölgeleri gibi şaşırtıcı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak öğrenciler bu gözlemlere rağmen raporlarında net açıklamalarda bulunamamışlardır. Sonuç olarak öğrencilerin sınıf dışında yaptıkları gözlem sonuçlarının sınıf içine oranla bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar içerdiği görülmüştür. Araştırma sonuçları, tartışma ve gözlem tekniğinin öğrencilerin bir takım olayları anlamalarını daha kolay hale getirdiğini ortaya koymuştur.

### 2.4.3 Işık ve Görme ile İlgili Çalışmalar

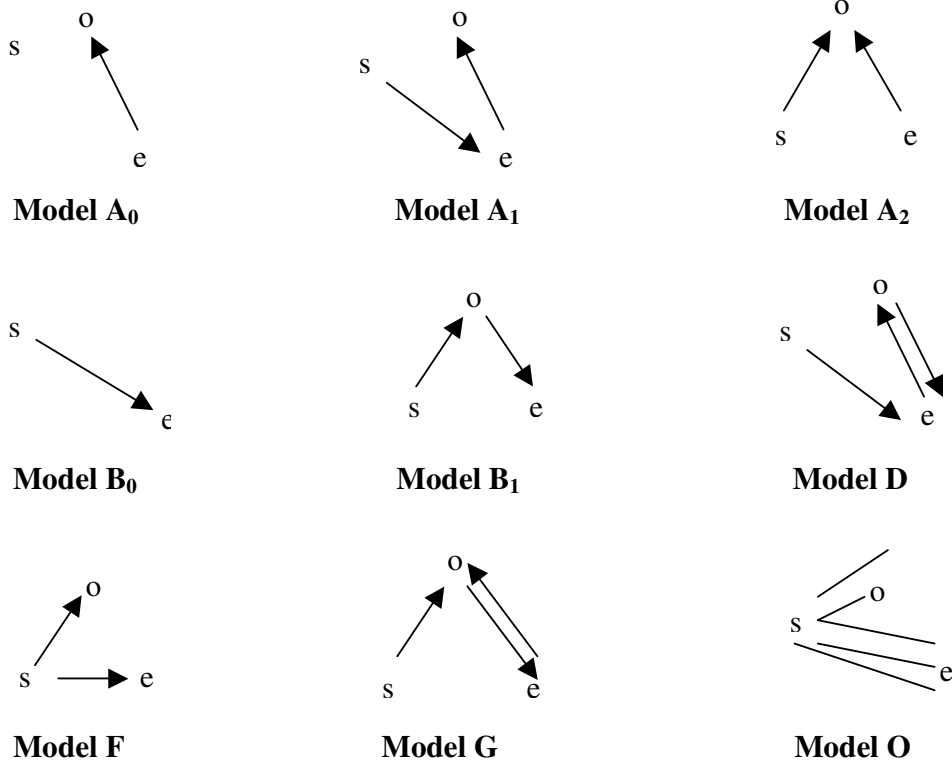
Osborne, Black, Meadows ve Smith [55], 7-11 yaş arası çocukların, ışıkla ilgili kavramların tanımlanması ve gelişimini, 64 öğrenciden yazı ve çizim yoluyla 4 aşamada incelemişlerdir: Bunlar sırasıyla; a) pilot evre, b) öğretim öncesi bilgilenme dönemi, c) öğretim, d) öğretim sonrası bilgilenme dönemidir. Çalışmada öğrencilerin öğretimden önce ve sonra fikirleri karşılaştırılmış, ışık hakkındaki fikirler ışık kaynakları, ışığın tasviri, görmenin doğası ve yanıtların bağlı olduğu esas nedenler olmak üzere dört farklı açıdan değerlendirilmiştir. Nasıl gördüğümüzle ilgili olarak elde edilen yanıtlar dört kategoride analiz edilmiştir:

- *Görme ile ilgili bir açıklama yapmayan çocuklar:* Çizimlerinde sadece bir kitap ve bir çocuk çizmişler ikisinin arasında hiçbir bağlantı ve açıklama yapmamışlardır.
- *Görme ile ilgili açıklamalarında bağlantı olmayan çocuklar:* Görme için göze ve ışığa gerek duyulduğunu belirtmişlerdir fakat ışığın buradaki rolünü açıklamamışlardır.
- *Görme ile ilgili açıklamalarında basit bağlantılar olan çocuklar:* Pek çok çocuk gözle nesne arasına bir bağlantı çizmiş ancak yön belirtmemiştir.
- *Görme ile ilgili açıklamalarında ikili bağlantılar gösteren çocuklar:* Az sayıda öğrenci kaynak-nesne ve nesne-göz arasında bağlantılarla görmeyi açıklamıştır.

Osborne ve ark. [55] çalışmalarında 7-9 yaş arası öğrencilerin çok çeşitli ışık kaynaklarını doğru olarak bildiklerini, 9-11 yaş arası öğrencilerin ise yansıma olayı ve ikincil kaynakları doğru olarak bildiklerini ortaya çıkarmışlardır. 7 yaşındaki çocukların bile ışığı tanımlamada çizgiler kullanması dikkate değer bir sonuç olarak vurgulanmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin kavramsal gelişiminin yaşlarıyla ve içeriğe bağlı olarak bir değişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır.

Selley [20], öğrencilerin ışık ve görme üzerine fikirlerinin gelişimi üzerine Londra'da 28 öğrenci ile küçük ölçekli ve uzun süreli bir inceleme yapmıştır. İlk aşamaya 8-9 yaşlarındaki 5 kişilik gruplardan oluşan 22 öğrenci katılmış ve çocuklara "Bu çiçeği nasıl görürüz?" soruyla ilgili fikirlerini çizmeleri istenmiş, sonra da resimler

hakkında yorumları dinlenmiştir. Bir yıl sonra aynı çocuklar 10 yaşında ve 5. sınıftayken konu ile ilgili bir eğitim almadan önce yeniden test edilmişlerdir. Kullanılan testte açık ve kapalı uçlu sorular yer almaktadır. Ardından küçük gruplarla yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve 6. yılın sonuna gelindiğinde öncelikle aynı test öğrencilere verilerek ve iki öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler gözden geçirilerek görme olayının açıklanması için kullanılan zihinsel modeller 9 değişik gruba ayrılmıştır.



Şekil 2.1 Öğrencilerin çizdiği şekillerden ortaya çıkarılan görme modelleri [20]  
*Not: Şekildeki s harfi ışık kaynağı, e harfi göz ve o harfi de nesneyi simgelemektedir.*

Elde edilen sonuçlarda çizilen 21 şeklin 19' unda lamba veya güneş gibi ışık kaynakları bulunmasına rağmen parlak çizgilerden başka uzanan ışınlar olmadığı, ışık kaynağından nesneye tek bir ışının çizilmediği görülmüştür. 19 şeklin çoğu "Işık Denizi Modeli" (O) veya "Basit Dağıntı Modeli" (A<sub>0</sub>)' olarak adlandırılan modellerden her ikisine de uygun olduğu ortaya çıkmıştır. 21 çizimden 11' i gözle çiçek arasında bazı

çizgileri içermekte fakat, sadece tek bir yönü göstermemektedir. Tek direkt bağlantı gözden cisme doğru olup, bu çizgiler görme veya görüş çizgisini göstermektedir.

5. sınıftaki çocuklar "Gözler aynaya benzemektedir ve lambadan gelen ışık insanın gözündeki aynaya çarpar ve sonra görmek için bu ışık verilir" demiştir (model  $A_1$ ). Birkaç öğrenci ise model  $B_1$  ile (ki bu bilimsel olarak kabul edilebilir modeldir) olayı açıklayabilmişlerdir. 6. sınıftaki öğrencilerin hemen hepsi çizimlerinde ikili bağlantılar kullanmışlar ve 21 öğrenci gözlerden bir şeyin çıktığını iddia ederken ve bunların 16' sında ışınlar ya da ışık olduğunu söylemiştir. Aynı çocukların 15 ay önce verdikleri yanıtlar karşılaştırıldığında şaşırtıcı bir biçimde görsel yayılma üzerine inançlarında bir artış olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin sahip oldukları fikirlerle ilk çağ filozoflarının görüşlerinin birbirlerine benzedikleri görülmüştür.

Bu araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin ışık hakkındaki problemlerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- 1) Öğrenciler ışığın mahiyetinin ne olduğunu henüz tam olarak kavrayamamışlardır.
- 2) Cisim üzerine düşmekte olan ışığın aydınlatmadaki fonksiyonunun ne olduğu konusunda kafaları karışıktır.
- 3) Işık kaynağından nesneye giden özel yolun (ışın demetinin), pek çok ışının birleşmesi sonucu olduğunu kavrayamamışlardır.
- 4) Işığın nesneden göze ulaşması ile ilgili ikinci yayılma modelini ( $B_1$ ) henüz kullanamamaktadırlar.

Langlely, Ronen ve Eylon [56], ışığın yayılması, görüntü oluşumu ve görme konusunda öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları düşüncelerle, öğretim sonrası sahip oldukları problemleri ortaya koymak için 139 onuncu sınıf öğrencisine geometrik optik ile ilgili dokuz sorudan oluşan bir test uygulamıştır. Öğrencilerin deneyimlere dayalı bilgilerde parçalar halinde yer alan optik olaylarının sunumu ile ilgili olarak geleneksel öğretimden önce, öğretim sırasında ve sonrasında sahip oldukları güçlükler bu çalışmanın çıkış noktasıdır. Bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir:

- a) Öğrenciler öğretim öncesi optik sistemler, ışığın yayılması ve aydınlanma ile ilgili durumlara aşinalık göstermektedirler.
- b) Işık olaylarını açıklamada öğrencilerce çizilmiş grafik gösterimler bazı formal ışın çizme özelliklerini sergilemektedirler.
- c) Öğretim öncesi öğrenciler ışığın yayılması ile ilgili tutarlı bir tanımlayıcı ve açıklayıcı model geliştirememişlerdir.
- d) Işık olayları arasında görme olayı, bir tek doğru modelin oluşturulmasında zihin karıştırıcı bir etkiye sahiptir.

Collis [57], öğrencilerin görme olayını anlamalarının gelişimini bilişsel bir model kullanarak incelemek için 10 yaş üstü 5. sınıf öğrencilerinden 144 kişiye 7 maddeden oluşan bir anket uygulamıştır. Daha küçük öğrencilerle görüşmeler yapılmış ve veriler bilişsel/yapısal bir model bağlamında analiz edilmiştir. Kullanılan bilişsel model Piaget'inkinden farklı olarak duyuşsal motor (duyuşsal etkilere motor becerilerle yanıt verme becerisi), ikonik (algılanan veya hissedilenlerle ilgilidir, sezgileri kullanır) ve somut semboller (ikincil sembol sistemlerinin kullanımıyla ilgilidir, maddesel dünya, iletişim ve mantıklı somut şeyler) olmak üzere üç evreden oluşmaktadır. Analizlerden elde edilen bulgulara göre, bilimsel olarak kabul edilmeyen yanıtların hepsinde 5. yılda %80' den fazla ve 9. yılda da %60' dan fazla öğrencinin "dolaşan ışık" tanımlamasıdır. Sonuçlara göre 9. yıldaki performans 5. yıldan daha iyi bir düzeyde çıkmıştır. Ayrıca araştırmada, feni daha iyi anlamak için temel ikonik döneme ait anlama nosyonlarının gösterilmesinin gerektiği, çocukları memnun edici alıştırmalara önem verilmesi vurgulanmaktadır. Farklı anlamları olan kelimeleri (evreler veya dönemler gibi) farklı tiplerde kullanmak öğrenci-öğretmen veya öğrenciler arasında anlama farklılıklarına yol açmaktadır. Araştırmacılar, öğretmenler öğrencilerinin anlamalarını araştırırken gruplardaki anlamaları genişletmede ve belirsizleştirmede dikkatli olmaları gerektiğini önermektedirler. Ayrıca yapılan deneyler ve deneyimler somut semboller yaratmak için uygun olmalıdır. Sonuç olarak araştırmacılar, günlük olayların ve açıklamaların ders içeriklerinde olmasını ve çocuklara bilginin üç tipini (sözsüz ifade, sezgi ile öğrenme, ifade etme) de kullanabilmelerine fırsat verilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Galili ve Hazan [58], öğrencilerin ışık, görme ve bu konularla ilgili olarak öğretim öncesi ve sonrası bilgilerini açığa çıkarmak amacıyla toplam 166 kişiye 13 sorudan oluşan kavramsal içerikli bir test uygulamıştır. Testin uygulandığı öğretim öncesi grubunu 9. sınıftan 64 kişi oluştururken, öğretim sonrası grubunu ise üç 10. sınıf ve öğretmen yetiştiren kolejden bir sınıf olmak üzere toplam 102 kişi oluşturmuştur. Test sonuçlarından elde edilen bilgiler, öğrencilerin alternatif kavramlarının yapılanması için yorumlanmış ve analiz edilmiştir. Bilginin şeması ve alt şemalarına (facet) göre öğrencilerin ortak kavramsal bilgilerini sunmak için bir hiyerarşik yapı önerilmiştir. Sonuçta alternatif kavramların oluşturulmasında fen eğitimcilerinin asıl bakması, ilgilenmesi gereken durumların şemalar ve alt şemalar olması gerektiği vurgulanmıştır.

#### **2.4.4 Görüntü Oluşumu ile İlgili Çalışmalar**

Goldberg ve McDermott [59], çalışmalarında bireysel görüşme yöntemiyle bir kısmı optik dersi almış rastgele ve gönüllü olarak seçilen 80 fizik öğrencisinin gerçek görüntü oluşumu ile ilgili anlamalarını araştırmıştır. Bu görüşmeler süresince öğrencilere ince kenarlı mercekle ve çukur ayna kullanılarak bir dizi gösteri deneyi hazırlanmış ve bunlarla ilgili sorular yöneltilmiştir. Bununla birlikte öğrencilere görüşme sorularının yeniden düzenlenmesiyle oluşturulan grup gösteri deneyleri gösterilmiş ve görüşmeci ile bireysel iletişim olmaksızın önceden verilen test sorularına yanıt vermeleri istenmiştir. Optik dersini almamış öğrencilerin görüntü oluşuma ilişkin fikirleri: “Işıklı cisimler boşlukta ilerleyen paralel ışınlar oluşturur”; “potansiyel bir görüntü optik bir sistemden geçerken büyüklüğünde değişim olur”; “merceklerin amacı görüntüyü ters çevirmek ya da büyüklüğünü değiştirmektir”; “ekranın fonksiyonu görüntünün görülebilmesi için ışık ışınlarını yansıtmak ya da onları yakalamaktır”; “bir görüntü boş uzayda görülemez, bir yüzeye bağlıdır” şeklindedir. Optik dersini almış olan öğrencilerin tüm performansları değerlendirildiğinde çukur ayna ve ince kenarlı merceklerle ilgili verilen görevlerin hiçbirinde tamamen başarılı olamadıkları görülmüştür. Görüşmelerde, öğrenciler ayna ya da merceklerin görüntü oluşturmadaki önemini farkına varmamış olmasından dolayı pek çok hata yapmışlardır. Bu durum öğrencilerin “ayna ya da mercek olmadan görüntü oluşturulabilir” açıklamasıyla ortaya

konmuştur. Keşfe dayalı sorularda, öğretim almış öğrencilerin tamamı görüntünün yerini çizdikleri diyagramlar ve denklemlerle bulabilmişler ancak gerçek bir laboratuvar durumuyla karşılaştıklarında nesnenin aynaya ve merceğe olan uzaklıklarının verilmesine rağmen görüntünün yerini kestirememişlerdir. Havada görüntünün varoluşu ile ilgili olarak kafası karışan öğrenciler, ekranın görüntüyü yansıtması ya da geçirmesi için bulunması veya gözün bunu görmek için uygun bir yerde olmasının bu görüntünün oluşmasıyla ilişkisiz olduğunu anlayamamışlardır.

Öğrencilerin çoğu için ışık ışını tam olarak gelişmemiş bir kavramdır. Onlar ışık ışını, geometrik bir sunumdan daha fazla olarak sanki görüntüyü oluşturan fiziksel bir varlık gibi ifade etmişlerdir. Pekçok öğrenci görüntünün yerini bulmada kullanılan üç özel ışının önemini anlayamamışlardır. Bu öğrenciler yaptıkları yorumlarda, ışınların görüntüyü oluşturmada gerekli olduğu inancını taşıdıklarını göstermiştir. Bunun sonucu olarak üstteki ışınlardan ikisinin engellenmesiyle görüntünün bir kısmının yok olacağını iddia etmişlerdir. Öğrenciler, kullanılan diyagramlar üzerindeki optik sistemin bileşenlerindeki değişimi açıklamada, uygun analizi yapmada ve sonuçları tahmin etmede başarısız olmuşlardır. Örneğin; ekranın yerinin değiştirilmesi gerektiğinde görüntüye ne olacağı sorulduğunda pekçoğu görüntünün ekranda aynen kalacağını düşünmüşlerdir. Bu durum öğrencilerin ışın diyagramında ekrana gerek olmayacağını farkında olmadıklarını göstermiştir.

Galili, Goldberg ve Bendall [60], geometrik optik konusunda aktivite temelli bir kolej fizik dersinde öğrencilerin görüntü oluşumu konusundaki bilgilerini araştırılmışlardır. Öğrencilerin ön bilgileri bireysel görüşmeler ve çizdikleri şekillerle ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Görüşmeler boyunca öğrencilerden geometrik optik ile ilgili konulardan birkaç farklı durum için görüntü oluşumu sürecini açıklamaları ve resimler çizmeleri istenmiştir. Elde edilen çizimlerde nesneden ayrılan tekli ışınların çizildiği görülmüştür. Pek çok doğrultuda nesneden ışığın yayılmasının gerçek olduğunu anlamada zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bir çoğu görüntü oluşumunu gösterirken ışınları doğru çizememişlerdir. Düz aynada görüntü oluşumun çiziminde ise kaynaktan ve gözden aynaya doğru ışınlar çizilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin kavramları anlamada öğretim öncesi ön bilgilerinin çok önemli olduğu ve



buradaki sahip oldukları fikirlerin yanlış da olsa öğretim sonrası devam ettiği görülmüştür.

Chen, Lin ve Lin [61], çalışmalarında düzlem aynada görüntü oluşumuyla ilgili iki aşamalı bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Bu aracın geliştirilmesinde kavram haritaları ve ardından açık uçlu sorulardan oluşan bir test lise öğrencilerine uygulanmıştır. Yanıtlar analiz edilerek ilgili kavram yanılgıları kodlanmıştır. Daha detaylı bilgi edinebilmek amacıyla birkaç öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Ardından öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili anlamalarını ölçen iki-aşamalı çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Geliştirilen testin güvenirlik katsayısı 0.74 olarak belirlenmiştir. Hazırlanan test 317 lise öğrencisine uygulanmış, elde edilen sonuçlar açık uçlu soruların kullanıldığı farklı çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılarak testten elde edilen bulguların geçerliliği ile ilgili ayrıca bir analiz yapılmıştır.

Tao [62], yaptığı çalışmada öğrencilerin merceklerde görüntü oluşumunu anlamalarının gelişimine bilgisayar destekli öğretimin etkisini ve bununla birlikte, bilgisayar destekli öğretim programlarıyla ikili gruplar halinde çalışan öğrencilerin paylaşılmış bilgi ve kavramalarını nasıl oluşturduklarını ortaya çıkarmayı da amaçlamıştır. Araştırmada 10 yaşında 36 öğrenci çiftler halinde çalışmıştır. Öğretim sırasında kullanılan CD'lerde ince kenarlı mercekte kırılma, ince kenarlı mercekte görüntü oluşumu, ince kenralı mercekte odak uzaklığının bulunması ile ilgili simülasyonlar ve ince ve kalın merceklerde görüntü oluşumu ile ince kenarlı mercekte görüntünün yerini içeren video gösterileri kullanılmıştır. Öğretim sırasında öğrenciler testler ve bilgisayar programı üzerine çalışırken öğretmen ve araştırmacı da öğrencilerin arasında dolaşarak onların sorularını yanıtlamışlardır. Veriler, öğretim öncesi ve sonrasında uygulanan testler ile öğrencilerin ikili çalışmaları boyunca etkileşimlerini kaydedildiği ses kayıtlarının analizinden elde edilmiştir. Öğretimden üç ay sonra seçilen bazı öğrencilerle bireysel görüşmeler yapılmıştır. Öntest sonuçları, pekçok öğrencinin görüntü oluşumunda "holistik (bütünsel) kavramsallaştırma" modeline sahip olduklarını göstermiştir. Sontest ve görüşmeler öğrencilerin görüntü oluşumunu anlamalarında önteste oranla oldukça ilerleme olduğunu göstermiştir. Öğretimden 3 ay sonra bile öğrencilerin pek çoğu görüntü oluşumunu doğru olarak açıklamışlardır. Ayrıca araştırma sonuçları, bilgisayar destekli programların

öğrencilerin anlamalarını geliştirmede aracı bir rol oynadığı ve işbirlikli çalışmaların öğrencilerin anlamalarındaki gelişime yardımcı olduğunu göstermiştir.

#### 2.4.5 Kırılma ile İlgili Çalışmalar

Singh ve Butler [63], öğrencilerin kırılma konusu ile ilgili sahip oldukları kavramları belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, altı haftadan daha uzun bir süre altı farklı bölümden oluşan bir anket uygulanmıştır. Her bir anket kısa cevaplı sorulardan oluşmaktadır. Anket Yeni Zelanda'da bulunan iki okuldaki 15, 16 ve 17 yaş öğrencilerine ve Singapur'daki üniversite öncesi bir gruba, Yeni Zelanda'da üniversite fizik öğrencisi bir gruba ve Yeni Zelanda'da fizik okuyan yabancı öğrencilerden bir gruba uygulanmıştır. Ankette öğrencilere kırılma ve kırıcılık indisini açıklamaları sorulmuştur. Öğrencilerin %82' si kırılma olayını iki ortam arasındaki yüzeye gelen ışına bağlı olarak açıklamışlardır. Bazı öğrenciler ise ışık hızı ile kırılmayı ilişkilendirmişler ve Normal doğrultusunda gelen ışının kırılmayacağını belirtmişlerdir. Öğrencilerin % 35' i kırılma indisini ışığın ortamdaki hızının boşluktaki hızına oranı olarak tanımlamışlardır. %14' ü  $n = \sin i / \sin r$  bağıntısı ile açıklamışlardır. Öğrencilere mümkün olabilen tüm doğrultularda üzerine ışın gönderilmiş bir aynadaki ışınların yollarını tamamlamaları istenmiş, fakat %88' inin bu ışınları çizemedikleri görülmüştür. Bir diğer soruda, eğrisel yüzeylere gönderilen farklı doğrultulardaki ışınların yollarının çizilmesi istenmiştir. Çoğu öğrenci doğru bir şekilde çizimleri tamamlayamamışlar sadece %78' i düzlem arakesit yüzeye gelen ışınları çizebilmiştir. Öğrencilere prizma ve yarım daire şeklinde çizimler verilmiş ve gönderilen ışınların yollarını tamamlamaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu prizmayı tamamlamış ancak diğer soruyu doğru tamamlayamamıştır. Bunların dışında öğrencilere farklı kırıcılık indislerine sahip iki ortam verilmiş ve şekilde çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama kritik açı değerinden daha büyük bir değerde ışın gönderilmiştir. %62' si ışının ışıklı ortamda kırıldığını çizibilirken, %37' si küçük açılar için yoğun ortamdaki ışıklı ortama bir kırılma olacağını düşünmüşlerdir. Bu örneğe benzer ikinci bir örnekte ise farklı açılarda 5 ışın çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama doğru gönderilmiştir. Gönderilen ışınların ikisinin gelme açısı kritik açı değerinden büyük olduğu halde %37' si bu ışınlardan

birincisini, %11' i ise diğ erinin kırıld ığını çizmişlerdir. Bazı öğrenciler ise normal doğrultusunda gelen ış ının kırıld ığını göstermişlerdir. 6. örnekte öğrencilerden eşkenar prizmaya gönderilen ış ınların yollarının tamamlamaları istenmiştir. Bunu öğrencilerin sadece %37' si doğru olarak tamamlayabilmiştir. Öğrencilere ince kenarlı bir merceğe farklı açılarda ış ınlar gönderilmiş ve bunların yollarının nasıl devam edeceği sorulmuştur. %71' i gelen ış ının doğrultusunu saptırması, %12' si paralel olarak çizmiş, sadece %4' ü mercekten kırılmayı doğru olarak göstermiştir. %98'i asal eksene paralel gönderilen ış ını saptırmaksızın ikinci ortama geçirmişlerdir. Son örnekte ise öğrencilerden mercekler tarafından görüntü oluşturmak için bir çizim yapmaları istenmiştir. Öğrenciler ince kenarlı mercekten görüntü oluşumunu daha doğru çizebilmişlerdir. Farklı gruplara uygulanan bu çalışma sonucunda üniversite 1. sınıf öğrencileri ile lise öğrencilerinin aynı kavramsal yanlışlıklara sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Treagust, Harrison ve Venville [64], çalışmalarında öğrencilerin ış ığın kırılması konusunu anlamalarında analogi kullanımının kavramsal değişime etkisini araştırmışlardır. Bunun için 10. sınıfta okuyan iki sınıftan birisine analogi kullanılarak diğ erine ise analogi kullanılmadan aynı öğretmen tarafından öğretim yapılmıştır. Öğrencilere dikdörtgen camdan ış ığın geçişi anlatılmış ve bu geçişi de ış ığın cama girdiğinde yavaşlad ığını ve camdan çıktıktan sonra hızland ığını söyleyerek açıklamıştır. Hızdaki bu değişimin ış ığın doğrultusunu nasıl etkilediğini açıklamak için öğretmen, ış ık ış ınının tekerlek çiftine benzeten analogiyi kullanmıştır. Öğrencilerin kırılma konusunu anlama düzeylerini ölçmek için görüşmelerden sonra çalışma yapıları verilmiş ve üç ay sonra da öğrencilerin kalıcı anlamaları görüşme yöntemi ile ölçülmüştür. Bu görüşmelerde derste yapılan aktivitelere dayalı sorular sorulmuş ve deney grubundaki 25 öğrenci ile kontrol grubundaki 14 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler Hewson ve Hewson [38]'dan uyarlanan kavramsal değişim için gerekli şartlara ulaşıp ulaşılamamasına göre analiz edilerek gruplandırılmıştır. Analoginin uyguland ığı sınıfta öğrencilerin %36' sı en üst basamak olan verimlilik (fruitful) basamağına ulaşırken diğ er sınıftan hiçbir öğrenci bu aşamaya gelememiştir. Bir alt şart olan makul açıklama düzeyine deney grubu öğrencilerinin %28'i ulaşırken, kontrol grubunun %7' si bu aşamaya gelebilmiştir. Bir alt şart olan anlaşılır açıklama düzeyinde

ise deney grubunun %16'sı kontrol grubunun ise %29'u bulunmaktadır. Araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda, öğrencilerin kavramsal anlamalarının değişimi için analogi kullanmanın etkili olduğunu söylemişlerdir.

Reiner [65], yeni bilginin oluşturulmasında düşünce deneylerinin önemli bir rol oynayabileceği noktasından hareketle fizikte optik ile ilgili simülasyonları kullanarak bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin aktiviteleri kuramsal dünya, hipotez, deney, sonuçlar ve yorumlardan oluşan 5 aşamalı yapıya göre planlanmıştır. Çalışmada öğrencilerin işbirlikli problem çözme süreçlerine üç noktadan bakılmıştır. Bunlar zihinsel betimleme yapılırken öğrenme sürecinin yapısı, zihinsel objeler hakkındaki iletişimin doğası ve fizik öğreniminde düşünce deneylerinin rolüdür. Araştırma 11. sınıftan 12 öğrenciyle yapılmıştır ve 4 bilgisayar ve 4 farklı deney düzeneği seti kullanılmış, 2 yardımcı öğretmenden ihtiyaç duyulduğunda yararlanılmıştır. Çalışmada bir ders içinde yapılanlar özetlenmekte olup öğrencilere verilen görev cümlesi; “bilgisayar tabanlı simülatörü ve öğrenci deneylerini kullanarak geniş bir görme alanı sunan bir periskop yapınız” dır. Öğrencilere düzenek olarak çeşitli mercekle, aynalar, küçük ışık kaynakları ve opak nesnelere ile bir periskop verilmiştir. Öğrencilerden istenen, periskoplarının “görüş alanını” iyileştirmeleridir. Öğrencilere sağlanan simülasyon programı ile öğrencilerin optik olaylara ilişkin diyagramlar çizmeleri ve bunları deneysel yollardan elde ettikleri grafik tahminlerle karşılaştırıp tartışmaları amaçlanmıştır. Veri tabanının tam bir analizi sonucunda öğrencilerin konuşmalarına ait kayıtların ve hareketlerinin tipik düşünce deneylerinin özelliklerini yansıttığı bulunmuştur. Çalışmada yukarıda bahsedilen beş yapıya ilişkin düşünce deneylerinin öğrenme evreleri öğrencilerin konuşmalarından örneklerle açıklanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, işbirlikli öğrenmenin gerçekten düşünce deneyleri sırasında ortaya çıktığı ve bununda gruptaki diğer üyeleri ikna etme ile gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Öte yandan, öğrencilerin benzer durumları görünür hale getirmeden hayal ederek bu durumlar hakkında konuşabilir oldukları ifade edilmektedir. Ayrıca her ne kadar çalışmada gruptan bir tanesine odaklanılarak bu grubun elemanlarının etkileşimi örnek olay çalışması olarak sunulmuşsa da diğer gruplar arasında da düşünce deneylerinin, süre, kullanılan simülasyon programının özellikleri, seçilen semboller ve bunların tartışma sırasında kullanıma biçimleri açısından farklılıklar gösterdiği

belirtilmektedir. Sonuç olarak, düşünce deneylerinin bilgisayar tabanlı içerikle yapıldığında güçlü bir işbirlikli öğrenme aracı olduğu ve öğrencilerin ağır matematiksel eşitliklerle uğraşmaktansa optik süreçleri görmelerini ve nitel anlamalarını arttırdığı vurgulanmaktadır. Çalışmadaki aktiviteler önceden belirlenmiş olup konuşmaların öğrencilerin deneyle uğraşmaya başladıkça geliştiği bir kavrama ilişkin anlamın tartışıldıkça bilişsel araçların ve anlamlı sembollerin ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Son olarak önceden yapılan düşünce deneylerinin sonuçlarının yeni düşünce deneyleri için gerçek bir öneri niteliğinde olabileceği belirtilmektedir. Böylelikle öğrencilerin ayna ile etkileştiğinde ışının doğrultusunun ne olacağını periskop deneyini yapmadan önce tahmin edebilecekleri vurgulanmaktadır. Gerçekten çalışmada da bir öğrencinin aynadan yansdıktan sonra ışık ışınının doğrultusunun ne olacağını el-kol hareketiyle anlattığı ve ayna yerine prizma yerleştirilseydi ışınların prizma tarafından öyle yansıtılmayacağı sonucuna bilgisayar programında olayı gözlemeden önce ulaşabildiği görülmüştür.

#### **2.4.6 Renkler Konusu ile İlgili Çalışmalar**

Olivieri, Torosantucci ve Vincentini [66], araştırmalarında renkli gölgelerin bir grup yetişkinler tarafından nasıl anlaşıldığını ortaya koymaya çalışmışlardır. Bireysel ve grup görüşmelerinde gölgelerle ilgili deneysel gözlemlere odaklanılmıştır. Gölgeler karanlık bir odada üç adet farklı renkte ışın yayan projektörler ve bir engel kullanılarak oluşturulmuştur. Üç projektör beyaz ekranda üç gölge oluşturmuş ve bunların kesişimleri ile birlikte 7 renk gözlenmiştir. Görüşmeler “Daha önce hiç renkli bir gölge gördünüz mü?” sorusu ile başlamış ve deneysel gözlemden önce bunun üzerine tartışılmıştır. Görüşmeler; fen eğitimi ile uğraşan 8 kişilik bir grupla, matematik eğitimcisi olan 4 kişilik bir grupla, iki kişiden oluşan eğitim bilimci bir grupla, hizmetiçi eğitim kursunu tamamlamış 5 öğretmenden oluşan bir grupla ve kursa devam eden 15 öğretmenden oluşan bir grupla grup görüşmesi ve ayrıca 1 matematik eğitimcisi, 1 eğitim bilimci ve 1 fen eğitimcisi kimyacı ile bireysel olarak yapılmıştır. Grup görüşmelerinde de renkli gölgeler konusunun açıklanmasında geometrik optik kavramları rol oynamıştır. Bir kişi hariç, ki bu öğretmen aynı zamanda renkli ışık

ışınlarının kombinasyonuna pek çok kere şahit olmuş bir fotoğrafçıdır ve çözümü bulmada geometrik optiğin yardımına gerek olmadığını ifade etmiştir. Diğer tüm katılımcılar renklerin kombinasyonu ile ilgili olarak boyaların karışımına işaret etmişlerdir.

Araştırmacılar bilimsel bilginin iki farklı biçimde; deneyimler ve gözlemler yoluyla ve ayrıca hipotezler ve teorilerle yapılandırıldığını belirtmişlerdir. Renkli gölgelerle ilgili problemi çözerken kişiler tarafından iki farklı bağlantının kullanıldığı görülmüştür. Bunlardan birincisi nesne ve gölge ile ilgili deneyimlere bağlı teori, ikincisi ise farklı renkteki ışık ışınlarının karışımıyla ilgili teoridir. Birincisi araştırmacılar tarafından “tip E” ikincisine ise “tip T” denilmiştir. Araştırmacılar görüşme verilerini bu ortaya çıkan T-E ilişkisine uygun olup olmamasına bakarak analiz etmişlerdir. T-E ilişkisine göre analizler göstermiştir ki, görüşmelerde nesne-gölge ilişkisi ve renk-karışım ilişkisi kullanılmıştır. Nesne-gölge ilişkisi iki farklı seviyede karışımına çıkmaktadır. Birincisinde ışık kaynağı teorisinin tam bir parçasıdır. İkincisinde ise nesne ve gölge arasında ışık kaynağının yüzeysel öneme sahip olduğu nitel bir ilişkilendirme yapılmıştır. Kimyacı olan görüşmecilerden biri renklerin açıklamasının dalga boyu ile ilgili olduğunu, üç ana rengi (kırmızı, yeşil, mavi) bildiğini, bunların birleşerek beyazı oluşturduğunu fakat bunu (renkli gölgeyi) daha önce görmediğini söylemiştir. Aynı kişi ışığın karışımını gözlemlediğini ve boyaların da karıştığını gözlemleyince kafasının karıştığını ifade etmiştir. Pedagog olan görüşmecilerden biri, ışığın filtreden geçmesi ile ilgili bir teori kurmuştur. Bu teoriye göre; ışık bir filtreden geçirilerek renk elde edilir ve bu ışığın ikinci bir filtreden geçirilmesi boyaların karıştırılmasında olduğu gibi daha koyu bir renk verir. Daha sonra bu teori renk-karışım ağının yeniden yapılandırılmasını gerektirmeyen bir belirteç olarak alınmıştır ve herhangi bir yeniden yapılanmaya karşı güçlü kritik bir engel olarak davranmıştır. Araştırmacılar tarafından renkli gölge olayında renkli ışın demeti karışımı ile ilgili deneyimin, boyaların karıştırılması deneyiminden türetilen kurallara şüphe ile bakılmasına sebep olduğu ileri sürülmüştür.

Rutherford [67], çalışmasında sınıflarda, kitaplarda, öğretmen eğitiminde, ve halk eğitiminde rengin üç farklı işleniş biçimini incelemiştir. Araştırmada öncelikle konu ile ilgili ilköğretim öğrencileri için hazırlanan 11 ders kitabı incelenmiştir. Bu kitaplarda,

ışığın dalga ve tanecik teorileri hakkında herhangi bir açıklama bulunmazken, üniversite kütüphanesinden rastgele seçilen ve öğretmen adayları için hazırlanmış kitaplarda her iki teorinin (dalga ve tanecik) de mevcut olduğu görülmüştür. Biyoloji ya da kimya kitaplarında ise renk sözcüğü çoğunlukla “kloroplast yeşildir, kökler beyazdır” şeklinde geçmektedir. Fizik kitaplarında, her iki modele göre renklerin açıklanması birbiri ile bağ kurulmaksızın yapılmıştır.

Araştırmanın ikinci kısmında öğretmen eğitimcileri ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve 3 fizikçi, 2 kimyacı ve 1 biyolog ile görüşülmüştür. Görüşmelerdeki temel soru “Bu kitabı kırmızı diğerini mavi görmemizi nasıl açıklarsınız?” olmuştur. Fizikçi görüşmeciler umulduğu gibi ışığın dalga doğasını açıklamada başarılı olmuşlardır ve renkli görmenin mekanizması hakkında geniş bir bilgiye sahiptirler. Fizikçiler ve kimyacılar biyologdan daha felsefik sorularla ilgilenmişler, biyolog pekçok kişi gibi renk için “şeydir” demiştir.

Yanıtlarda her iki model kullanılmış olsa da dalga modelinin daha baskın olduğu görülmüştür. Tüm katılımcılar renkli görmeyi dört elemandan oluşan bir süreçte açıklamışlardır:

ışık = enerji kaynağı → nesne → alıcılar = insan/hayvan/böcek → yorumlama = beyin

Bu modelde rengi algılamak için dördüneye ihtiyaç vardır. Tüm yanıtlar bir kaynak ve alıcı içermektedir.

Görüşmelerde, karanlıkta renk hakkındaki genel kanı, “eğer karanlık herhangi bir ışının tam yokluğu ise o zaman rengin bileşenlerinden herhangi biri orada yoktur bu yüzden de rengin kendisi orada bulunmaz” şeklinde olmuştur. Bütün cevaplayıcılar rengin belli bir his için uygun bir etiket olduğunu düşünmüşler ve olan birşeyden çok bir algılama olarak bakmışlardır. Her ne kadar belli bir dalga boyu ve frekans ile elektromanyetik radyasyonun belli bir rengi ortaya çıkarması fikrini yanıtlayıcılar üstlenmişse de yanıtlayıcıların, rengin bir algılama olduğunu düşünmeye devam ettikleri görülmüştür. Bütün yanıtlayıcılar renk için kullanılan kelimelerin kültüre bağımlı olduğunu ve bir dildeki renk sözcüklerinin o kültürdeki rengin önemini yansıttığını düşünmektedirler. Görüşmelerde renkli ışıkların veya renklendirilmiş boyaların

karıştırılmasıyla ne gibi bir etkinin oluşacağı ve farklı renklerde ışıkla aydınlatıldığında nesnelerin nasıl görüneceği, soğurma, yansıma ve iletmeğe göre açıklanmış fakat bunlar için herhangi bir nedensel açıklama ortaya konamamıştır. Dalgalar, parçacıklar ve atomik/elektronik yapıyla ilgili fikirlerin sentezi üzerine bir eksiklik söz konusudur. Kullanılan modeller davranış ya da işleyiş kategorilerinden çok yapısal veya ilişkisel kategorilere girmektedir ve yapılan açıklamaların nedensel olmaktan çok betimsel ya da yoruma dayalı olduğu görülmüştür.

#### 2.4.7 Geometrik Optik ile İlgili Çalışmalar

Palacios, Cazorla ve Cervantes [68], geometrik optik ile ilgili yanlış kavramları ortaya çıkarmak ve bunların bilişsel, akademik ve sosyal değişkenlerle ilişkilerini tanımlamayı amaçladıkları çalışmalarında 44 aday öğretmenle çalışmışlar ve geometrik optik konularını içeren, 5 bölümden oluşan bir test geliştirmişlerdir. Testin birinci bölümünde yer alan 9 kavram (ışık, ışık ışını, yansıma, kırılma, ayna, mercek, prizma, dağınım ve görüntü) ile ilgili olarak özellikle dağınım ve görüntü kavramlarına verilen yanıtların farklılığı ve karmaşıklığı göze çarpmaktadır. Bu durum dağınım kavramının fen programlarında sık yer almaması ve kolayca gözlenen bir olay olmaması sebep olarak gösterilmiştir. Görüntü oluşumunun ışık ışınları terimi ile açıklanması zorunluluğu ile sanal ve gerçek görüntü arasındaki farkın anlaşılmasının zorluğundan kaynaklanmıştır. Çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar öğrencilerin %16' sının görelilik teorisinden haberdar olmadığını ve ışığın hızının "ışığın kaynaktan çıkış hızından bağımsız olduğunun" farkında olmadığını göstermektedir. Öğrencilerin %21' i yansıma ve kırılma olaylarını ışığın birbirinden bağımsız iki olayı olduğunu ve birinin diğerinin oluşmasına engel olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin %42' si düzlem aynanın mükemmel yansıtıcılar olduğunu, %24' ü sadece cam ya da metalik yüzeylerde yansımanın olduğunu, %32' si düzlem aynada gerçek görüntünün oluştuğunu düşünmektedir. Öğrencilerin %11' i ışığın sahip olduğu enerjinin lensin içinden geçince arttığını belirtmişlerdir. %42' si prizmaların üçgen olması gerektiğini düşünmektedir. %39' u ışığın dağınım veya kırılmasının prizmaya ulaşmasına bağlı olduğunu ve %11' i ışığın renklere ayrılmasını sağladığını düşünmektedir. Öğrencilerin



%16' sı ise görme sırasında ışınların gözlerden gönderildiğine inanmaktadırlar. Araştırma sonuçları önteste verilen yanıtların öğrencilerin geometrik optikle ilgili önceki akademik deneyimleri ile yüksek oranda ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Perales ve Nievas [69], farklı eğitim seviyelerindeki öğrencilerin geometrik optik bilgileri ile bilişsel, akademik ve sosyal değişkenler arasındaki ilişkisini değerlendirmek ve farklı öğretim metotlarının kavramsal değişime etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. 6 ve 4. sınıflarda geometrik optik konularını almış öğrencilerden, 35 yedinci sınıf öğrencisi kontrol grubunu, 39 öğrenci de deney grubunu oluşturmuştur. Üniversite grubu öğrencileri ise öğretmen aday öğrenciler olup 35 kontrol, 39 deney grubu olarak seçilmişlerdir. 7. sınıfların deneysel grubunda ön kavramlar ortaya çıkarıldıktan sonra bu kavramların bilimsel kavramlarla karşılaştırılması, kavramsal değişime dahil edilmesi ve kavramları farklı durumlara uygulanması şeklinde bir yöntem izlenmiştir. Kontrol grubunda ise geleneksel aktarımlı tümdengelim yaklaşımı kullanılmış ve öğretmenin sözel açıklamalarını uygulamaların yapıldığı aktiviteler takip etmiştir. Üniversite öğrencilerinin öntestlerinde ortaya çıkan yanlış kavramların yine kendileri tarafından tartışılması sağlanmış, fakat herhangi bir laboratuvar çalışması yapılmamıştır. Kontrol grubunda ise, 7. sınıf öğrencilerinin kontrol grubundaki yaklaşım izlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ilköğretim öğrencilerine yapılan öğretimin sonuçları üniversitedeki öğrencilerden elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir. Her ne kadar kontrol ve deney grupları arasındaki kavramsal değişim istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da bu iki grup arasındaki öğretim sonrası kavramsal anlamalarında ortaya çıkan olumlu eğilim ilköğretim öğrencilerinden açıkça farklılık göstermiştir.

Pompea ve Stepp [70] çalışmalarında; optik konusunun birçok kişi tarafından ortaöğretim son sınıflarda ya da üniversite düzeyinde öğretilmesi gereken bir konu olarak düşünüldüğünü, buna karşılık bütün konular içerisinde en çok göze hitap eden bu konunun tüm öğretim seviyelerinde farklı yollarla öğretilebileceğini savunmuşlardır. Araştırmacılar, ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin görme olayını anlamalarını sağlamak için birçok optik olayın kullanılabilmesini ifade etmektedirler. Gölge oluşumu, yüzme havuzundaki optik olaylar veya dürbünlerin nasıl çalıştığı üzerine basit örnekler içeren derslerin genç beyinlerin optik perspektiflerini geliştirmeyi sağlamada yararlı olacağı düşünülmüştür.

Pompea ve Stepp [70] araştırmalarında, optik konusunun değişik öğretim durumlarında nasıl öğretilbileceği ile ilgili bir derleme çalışması yapmışlardır. Laboratuvar deneyleri, gösteri deneyleri, bireysel deneyler, bulmacalar ve düşünce deneyleri vb kategorilerde örneklerle, okuyucuya optik konusunun nasıl öğrenci için zevkli, öğretmen için de verimli hale getirilebileceği üzerine bilgiler verilmiştir. Laboratuvar deneylerinde uygun şekle sahip bir kap ile suyu dondurarak buzdan mercek yapmak örneklenmiş, gösteri deneylerinde gökyüzünün neden mavi olduğunun açıklanmasında tepegöz üzerine konulan içi su dolu behere süt parçacıklarının damlatılmasından bahsedilmiş, düşünce deneylerinde de öğrencilere Frensel merceğin kesit alanını gösteren çizimin verilerek düzlem dalga yüzünün bu merekten nasıl etkileneceğini tahmin etmeleri istenmiş ya da bir merceğin bir kısmının çıkarılması ya da ikiye bölünerek sadece bir parçasının kullanılmasıyla özelliklerinin nasıl değişeceğini sorgulamak örnek olarak verilmiştir. Öte yandan, bütün lazerlerin kırmızı renkte olduğu kavram yanılığı örneğiyle de öğretim sırasında iyi bir tartışma açılabilceği vurgulanmıştır. Bütün bu ve buna benzer örneklerle öğretmenin iyi hazırlanması durumunda optik olaylarının her eğitim düzeyinde keşfedilebileceği araştırmacıların en önemli iddaasını oluşturmuştur.

Galili [71], geometrik optik konuları ile ilgili bazı özel kavramların değişimi üzerine yaptığı derleme çalışmasında o güne kadar yapılmış olan çalışmalardan faydalanarak öğrencilerin ışık kaynakları, ince kenarlı mercek ve düzlem aynadaki görüntü oluşumu ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası fikirler ile bilimsel olarak doğru fikirler irdelenerek bu durumlara ilişkin kavramsal değişime yol açabilecek öğretim stratejilerinin önemi vurgulanmıştır.

Viennot ve Chauvet [72], çalışmalarında, planlanan öğretilsel yapıların farklı türlerini incelemek amacıyla 8. sınıf optik konularından iki tanesini seçmiştir. Bu iki konuyu seçmede, herbir duruma ilişkin sebepler iki boyutlu bir analiz ile sunulmuştur. Bunlar; a) analiz edilen bölümdeki öğrencilerin yaygın fikirlerinin rolü, b) ileri sürülen öğretim stratejisindeki bilgi bilimsel (epistemolojik) yapıdır. Bunun için ışığın aydınlatılmış bir ekran üzerinde yayılması ve görme konuları seçilmiştir İlk duruma ilişkin öğrencilerden olayın sonucunda ne gözleneceğini tahmin etmeleri istenmiştir. İkincisinde ise öğretmenin rehberliğinde öğrenciler tartışma, gözlem ve tekrar tartışma

yaparak sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Her iki öğretim stratejisinin de öğrencilerin farklı gereksinimlerini karşılamak için uygun olduğu belirtilmiş fakat bilişsel çatışmanın kullanıldığı öğretimlerde çatışmanın çözümünde öğrenciler ikna edilmediği sürece deneysel kanıtların yeterli olmadığı ifade edilmiştir. Bu nedenle bilişsel çatışma yöntemi öğrenciler için pek kullanışlı bir yol olarak belirtilmemiştir. Araştırmacılar çalışma sonunda yenilik veya yeni bir programın uygulanmasından önce ve sonra öğrencilerin kavramsal başarılarını araştırmanın tek başına yeterli olmayacağını savunmaktadırlar. Burada öğretmenlerin kritik bir rol oynayarak sunulan öğretim stratejisini kabul ederken o stratejiyi anlayıp anlamamalarının önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Bu açıdan Fransız sisteminin öğretmenlerin önceki deneyimlerine, onların yaşadıkları kavramsal zorluklarına ve öğretme-öğrenme sürecine bakarak program uygulayıcıları olan öğretmenlerin rollerinin araştırılmasını önermektedirler. Araştırmacılar özellikle önceki çalışmaların öğretim stratejilerin oluşturmada rehberlik eden öğrenci görüşlerine ve açıklama türlerine bakıldığını, aynı çalışmanın öğretmenler ve öğretmen eğitimi için yapılması gerektiği vurgulamışlardır.

Galili ve Lavrik [73], mevsimlerin oluşumu hakkında Harvard Üniversitesi' nin öğrencilerinin kavram yanılgılarına sahip olmasına dikkat çekmiş ve Atwood ve Atwood (1996) ve Trumper (1993) gibi araştırmacıların da rastladıkları bu kavram yanılgılarının, optik (ışık) konusu ile doğrudan ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir. 5 farklı liseden rastgele örnekleme yöntemi ile seçilmiş 72 onuncu sınıf sınıf öğrencisine ışık akısı ve aydınlanma konularını içeren test verilmiştir. İki açık uçlu sorudan oluşan anket ışık ünitsinin öğretiminden sonra verilmiş olup, ilk soruda öğrencilerden mevsimleri açıklamaları istenmiş, ikinci soruda ise masada oturup kitap okuyan bir kişinin, biri masada ve kitaba daha yakın diğeri tavanda bulunan aynı parlaklıktaki iki lambadan hangisinin kitap üzerinde daha çok ışık bırakıp okumayı daha uygun hale getireceği sorulmuştur. Aydınlanma kurallarına göre öğrencilerin kitap ile ışık kaynağı arasındaki uzaklığın karesinin tersine ve ışığı alan yüzeyin normali ile ışık ışınlarının gelme doğrultusu arasındaki açının kosinüsüne bağlı cevap vermeleri beklenmiştir. Mevsimlerin oluşumu sorusunda öğrencilerin % 52' si "uzaklığa bağlılık" şemasına dayalı açıklamada bulunmuşlardır. Aydınlanma sorusunda öğrenciler (%53) kitaptan uzakta bulunan tavan lambasının yönlenime bağlı olarak daha iyi aydınlanma

yaratacağını savunmuşlardır. Bu düşüncenin altında tavan lambasının gölge yaparak okumayı güçleştirmesi veya okuyucunun gözlerinin kamaşması gibi sezgisel açıklamalarda bulunmuşlardır. Öte yandan örneklemin %25' ini oluşturan öğrenci grubu da bilimsel doğrularla çelişen ve bireysel gözleme dayalı cevaplar vermişlerdir. Bunlar arasında “okuyucunun gözü lambadan gelen ışıkla aydınlanmalı ki okuma gerçekleşsin” ya da “masada ışık kümesi (ışık spotu) oluşur” türünden tavan lambasından çıkan ışınların cep fenerinin bölgesel aydınlanma oluşturması gibi masanın sadece belli bölgesini aydınlatacağını savunmuşlardır.

Galili ve Lavrik [73] çalışmalarında, testte sorulan iki sorunun içerik olarak farklı olmalarına rağmen bu farklılığın yanıtların sayısal olarak dağılımına yansıdığını öte yandan her iki soruda da benzer ortak bilişsel şemaların çıktığını vurgulamışlardır. Literatürdeki bulgularla da uyuşan sonuçlara göre öğrencilerin başarısızlığı benimsenine öğretim yöntemine ve öğretim materyallerine bağlanmıştır. Özellikle ışık olayları, görme ve optik aletler ile ilgili özelliklerin açıklanmasında ışın diyagramı kavramı sorgulanmakta ve ışın diyagramı çizme yöntemi kullanarak ders işlemenin problemler doğuracağı savunulmuştur. Bunun yerine ışık-enerji ilişkisine değinilerek görüntü oluşumunun ışık akısı kavramı kullanılarak öğretimini önermişlerdir. Dolayısıyla aydınlanma ve mevsim değişimlerinde ışık akısının uzaklık ve açığa (yüzeyin normali ile) bağlılığının hem ders kitaplarında hem de öğretim sırasında önemle ve doğru vurgulanmasını savunmuşlardır.

Lawrance ve Pallrand [74], öğrencilerin çeşitli optik konularına ilişkin tahminlerini ve gözden geçirilmiş açıklamalarını içeren bir değerlendirme programının sonuçlarını incelemişlerdir. Bu değerler farklı iki lisede öğrenim gören öğrencilerden video yoluyla toplanmıştır. Çalışmanın başlangıcında 10 lisenin fizik öğretmenleri ile onlara gösterilen optik konularına ait videolar üzerine tahmin ve açıklamalar yapmaları istenmiştir. Ayrıca öğretmenler kendi sınıflarında bu videoların nasıl ve ne zaman kullanılabileceğine ilişkin tartışmışlardır. Bu grupta yer alan iki öğretmenin benzer konu alanı bilgisine ve benzer deneyimlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerden biri yaz boyunca bir araştırma merkezinde optik videolarının değerlendirilmesi sürecine katılmıştır. İki öğretmenin de sınıfında yer alan 32 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada ve öğrenci yeterlilikleri iki yolla değerlendirilmiştir.

Birincisi, standart bir teste verdikleri yanıtlar, ikincisi ise video yoluyla sunulan konulara verdikleri yanıtlardır. İlk değerlendirmede 10 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir test kullanılmıştır. İkinci değerlendirmede ise öğrencilere video yoluyla 18 bölümden oluşan çeşitli optik konuları izletilmiştir. Bu süreç boyunca öğrenciler tahmin-açıklama ile yanıtları gözden geçirme ve açıklamalarını kayıt etmişlerdir. Her iki gruptaki öğrencilerde varolan bilginin geri çağırılmasında benzer yeterlikleri göstermişlerdir. Çoktan seçmeli değerlendirmede iki grupta benzer alan bilgisine sahiptirler. Ancak ikinci türe değerlendirme sonuçlarına bakıldığında sınıflar arasında fark ortaya çıkmıştır ve bu öğretmenleri optik videolarının değerlendirilmesi ile ilgili kursa katılan sınıfın lehine olmuştur. Bu sınıfta yer alan öğrencilerin, değerlendirmenin bu türüne aşina oluşları ve deneyimleri onların açıklamalar üretmelerini ve bunları gözden geçirmelerini olumlu olarak etkilemiştir.

Colin ve Viennot [75], araştırmalarında üniversite öğrencilerinin geometrik optik ve dalga optiğini içeren çeşitli durumlara ilişkin karşılaştıkları güçlükler odaklanmıştır. Üniversite 3. sınıf öğrencileriyle 3 soru üzerinde bir mercekle, ekran ve aydınlanmış cisim kullanılarak ekranda ne oluşacağını geometrik optik ve dalga optiği modellerini kullanarak yorumlamaları istenmiştir. 250 üniversite 3. sınıf öğrencisine ilk soruda üç yarıktan gelen ışık ışınlarının ince kenarlı mercekten geçtikten sonra merceğin odak noktasına konulmuş ekran üzerindeki görüntüsü sorulmuştur. Öğrencilerin sadece yarısı doğru çizim ve açıklamalarda bulunurken, örneklemin %57' si kırınımdan bahsetmiştir. Öte yandan yanlış ya da eksik cevapların içinde %14' lük kısım ışınların sonsuzdan gelip görüntüyü oluşturduğunu ya da yarıklardan geçtikten sonra saptırıldığını ifade etmişlerdir. Sorunun ikinci kısmında ekrandaki görüntünün alansal olarak büyüklüğünün hesaplanması sorulmuş ancak öğrencilerin büyük çoğunluğu faz farkı hesaplamalarından bahsetmemişlerdir. Bu durumda öğrenciler ışığın yollarını gruplamışlar ve bu yolları tek bir dalgayı temsil ediyormuş gibi düşünmüşlerdir. Ekranda üç uyumlu dairesel dalganın girişiminin dikkate alınmamasının sadece geometrik optik kullanarak kırınımın olduğu yarıklar ile ekran arasında ne olduğunu yorumlamayı imkansız hale getirdiğini vurgulamaktadırlar.

Öte yandan aynı çalışmada 3. sınıf üniversite öğrencisine (n=169) düzlemsel dalga ile aydınlatılmış slayt arkasında duran merceğin karşısındaki ekranda oluşan görüntüsü

sorulmuş ve öğrencilerin sadece %27' si doğru cevabı bulurken %54' ü cisim ile görüntüsü arasındaki noktadan noktaya ilişkisinin kurulmadığı bildirilmiştir. Yazarlara göre öğrenciler slayt üzerindeki değişik noktalardan gelen dalgaların süper pozisyona (üst üste binme) uğrayarak görüntüyü oluşturacaklarının ve çizdikleri diyagramların ne anlama geldiğinin farkında değillerdir.

Çalışmanın son kısmında 120 üniversite 2. ve 3. sınıf öğrencilerine önceki iki sorudan farklı olarak young deneyi ile ilgili iki yarıklı bir ışık kaynağı, ince kenarlı bir mercek ve ekrandan oluşan düzenekte ekran merceğin odak noktasında olmayıp ekranda ne gözleneceği sorulmuştur. Ne yazık ki öğrencilerin hiç biri dalga optiğini kullanarak iki uyumlu dalganın girişimini ve herbir dalganın yolunun mercek tarafından geometrik optikteki ışın modeli kurallarına göre değiştirilerek gözlenen girişim saçakları yapısının oluşacağını belirtememişlerdir. Öğrencilerin yaklaşık olarak %46' sı dalga optiği ve geometrik optikteki ışın modellerinden sadece birini kullanmışlardır. Sonuçlara dayanarak Colin ve Viennot [75], öğrencilerin yaşadıkları zorlukları şekillerin doğru okunmasına bağlamakta ve öğretim için böyle şekil veya düzeneklerde ekranın yerini değiştirmenin öğrencilerin optikte kullanılan modellerin kavramsal anlamalarının gelişimine ve düşünceleri ortaya koyucu özelliğine dikkati çekmektedirler. Araştırmacılar öğretime yönelik olarak “geriye doğru seçim” yaklaşımını kullanmayı önermektedirler. Bu yaklaşıma göre çizilen şekillerin yorumlanması ışığın varış noktasını göz önüne alarak durum analizine başlamayı içermektedir. Buna göre ekranın konumuna bağlı olarak, çizimde düşünülen ışık yollarının gruplanması kolaylıkla değiştirilebilir. Bundan sonraki aşama ışığın yollarını, ekranın aydınlanmasına ve kaynağa ilişkin gözden geçirmeler olduğu vurgulanmaktadır. Bütün bu uygulamaları daha somut bir tarzda savunmanın saydam olmayan engeller ve izleme kağıtları ile deneyler tasarlayıp bu deneylerin önce öğrenci tahminleri ardından da gerçekte ne olacağının gözlenmesinin tasarlanması ile mümkün olacağı vurgulanmıştır.

Colin, Chauvet ve Viennot [76], çalışmalarında öğrencilerin geometik optik konusu ile ilgili şekilleri anlamlandırmada sahip oldukları zorlukları ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Ayrıca öğretmenlerin bu zorlukların ne ölçüde farkında oldukları üzerine odaklanmışlardır. Bu zorlukları ortaya çıkarmak için 5 duruma ilişkin resim seçilmiş ve hazırlanan bir test 8. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Farklı bir testle ise

öğretmenlerin öğrencilerde olmasını bekledikleri zorlukların tipi araştırılmak istenmiştir. Son bir testle de her bir duruma ilişkin öğrencilerin verdikleri tipik yanıtlar gösterilerek öğretmenlerin tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin dağınık yansıma, merceklere görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin kavramsal açıdan birçok zorluk yaşadıklarını göstermiştir.

Hubber [77], 23 onuncu sınıf öğrencisinin geometrik optik konusu ile ilgili yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayalı öğretim süreci öncesinde ve sonrasında kavramsal değişimlerini incelemiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin geometrik optik ile ilgili öğretim öncesi kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin anlamalarının keşfi doğrultusunda alternatif kavramları hedef alınarak yapılandırmacı anlayış temelli bir öğretim dizayn edilmeye çalışılmıştır. Dokuz hafta süren öğretimde 7 temel anahtar kavram üzerine odaklanılmış ve bunlardaki değişim ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu kavramlar özetle; görme, ışığın doğrusal yolla yayılması, yansıma, kırılma, görüntü oluşumu, renkler, sanal ve gerçek görüntünün oluşumu olarak sıralanabilir. Araştırmada veri toplama aracı olarak test, kavram haritaları, sınıf içi gözlemler, öğrenci çalışma kitapları ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmada 7 temel kavram ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası 6 öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar 10. sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili birçok alternatif kavrama sahip olduklarını göstermiştir. Ancak uygulanan öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamalar daha çok bilimsel olarak doğru açıklamalardır. Yine de özellikle aynalarda ve merceklere görüntü oluşumu ile ilgili öğrencilerin fikirlerindeki değişim daha az olmuştur. Bu değişimin azlığı, ışık ışınının öğrenciler tarafından ışığın fiziksel bir varlığı olarak kabul etmelerine bağlanmıştır. Bu kabul ise öğrencileri ışık ışınlarını tıpkı bir tren rayı gibi düşünerek, görüntüyü boşlukta taşıyan ve görüntünün oluşturulacağı noktaya erdiren bir kavramsallaştırmaya götürmüştür.

Araştırmanın bu bölümünde, kavram yanılgıları ve özellikleri, kavramsal değişim, yapılandırmacı öğrenme kuramı ve öğrencilerin ışık konusu ile ilgili kavram yanılgıları üzerine bu güne kadar yapılan çalışmalar kısaca özetlenmeye çalışılmıştır. Bundan sonraki “Yöntem” bölümünde, araştırmanın gerçekleştirilmesinde izlenen yol ve kullanılan veri toplama araçları hakkında bilgi verilmektedir.

### **3. YÖNTEM**

#### **3.1 Araştırma Modeli**

Araştırma, tarama modeli türlerinden biri olan örnek olay tarama modelinde ve aynı zamanda da tek grup ön test-son test desenli bir çalışmadır.

Örnek olay tarama modelleri; evrendeki belirli bir birimin (birey, okul, öğrenci, vb.) detaylı olarak, kendisi ve çevresi ile olan ilişkilerini belirleyerek, o birim hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan tarama düzenlemeleri olarak tanımlanabilir [78, 79]. Bu model ile yapılan araştırmalar sayesinde daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilmektedir. Bu tür çalışmalar genelde nitel çalışmalardır ve bu nedenle iddialı istatistiksel sonuçlar ortaya koymak ve verileri yorumlamak oldukça güçtür [80]. Tek grup ön test-son test desenli çalışmalar ise, seçilen bir grubun belirli bir işlem (öğretim yöntemi vb.) görmesi öncesinde ve sonrasında istenen bir takım özelliklerinin ölçülmesi veya gözlenmesi sürecini içermektedir [81].

Bu araştırmada da farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin seçilen konu üzerine fikirleri detaylı bir biçimde incelenmiştir. Fikirlerin detaylı bir biçimde ortaya konmasında, açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testleri ve seçilen öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bununla birlikte hazırlanan kavramsal anlama testleri, hem geleneksel öğretim öncesi hem de bu öğretim sonrasında örnekleme yer alan öğrencilere uygulanarak geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi incelenmiştir.

#### **3.2 Evren ve Örneklem**

Nitel araştırmalarda amaç, eldeki verilere dayanarak bir genelleme yapmak değil, çalışılan konuyu derinlemesine ve tüm olası ayrıntıları ile incelemektir [79]. Bunun



nedeni, bu tür araştırmalarda çoklu gerçekliklerin neler olduğunun ve bunun ne kadarının çalışıldığının bilinmesinin söz konusu olmamasıdır. Dolayısıyla lme sonuçlarının genellenebilirliğinden söz edilememesi nicel araştırmalarda olduğu gibi evren ve örneklem tayinine gidilmesi gereğini de ortadan kaldırmaktadır [43].

Bu araştırmada da aynı anlayıştan yola çıkararak bir genellemeye gitmek söz konusu olamayacağından dolayı evren tayinine gidilmemiştir. Araştırmanın rneklemi ise, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi' nde 2003-2004 eğitim-ğretim yılında İlköğretim Bölümü Sınıf ğretmenliği ABD ikinci sınıfındaki toplam 148 ğrenci, OFMA Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi ABD nc sınıfında öğrenim gören 36 ğrenci ile Balıkesir'de yer alan ilköğretim kurumları arasından rasgele seçilen 3 ilköğretim okulunun 5. sınıfından 203 ğrenci ve rasgele seçilen 6 lisenin son sınıfında 8 farklı Őubede ğrenim gören 147 adet ğrenci oluşturmaktadır. Örneklem seçimi sırasında rasgelelik esas alınmış ancak sadece lise 3. sınıflarda bu konular fen Őubelerinde yer aldığından o Őubeler tercih edilmiştir. Tablo 3.1' de örneklemde yer alan öğrencilerin cinsiyetlere göre dağılımları ve toplam ğrenci sayıları verilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlere göre dağılımları

Öğrenci Grupları	n test		Son test		Her iki test		Toplam
	Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek	
Sınıf Öğrt. 2. Sınıf	103	55	107	62	98	50	<b>148</b>
Fizik Öğrt. 3.Sınıf	17	23	15	22	15	21	<b>36</b>
Lise Son Sınıf	82	78	79	76	75	72	<b>147</b>
İlköğretim 5. Sınıf	110	107	112	110	105	98	<b>203</b>
Toplam	312	263	313	270	293	241	<b>534</b>

Tablo 3.1'de n teste ve son teste katılan bütün öğrencilerin sayıları ve cinsiyetlere göre dağılımı görülmektedir. Analizlerin değerlendirilmesi sırasında ise araştırma örneklemine her iki teste de katılan öğrenciler dahil edilmiştir. Dolayısı ile Tablo 3.1' de de grldğu gibi araştırmaya hem ön testte hem de son testte olmak üzere toplam

534 öğrenci katılmış ve bu öğrencilerin de 293' nü kız 241' ni ise erkek öğrenciler oluşturmuştur.

### **3.3 Verilerin Toplanması**

Araştırmada verilerin toplanması için amaca uygun olacak şekilde kavramsal anlama testleri ve görüşme soruları geliştirilmiştir. Veri toplama süreci şu şekilde özetlenebilir.

- Verilerin toplanması için iki adet kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Geliştirilen testlerden bir tanesi ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin düzeyine, diğeri ise lise son sınıf ve üniversite öğrencilerinin düzeyine uygun biçimde hazırlanmıştır.

- İlköğretim 5. sınıf, lise son sınıf, fizik öğretmenliği 3. sınıf ve sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerine konunun öğretimi öncesi ve öğretim sonrasında hazırlanan kavramsal anlama testleri uygulanmıştır.

- Öğretim sonrasında gönüllülük esasına göre seçilen, dördü ilköğretim 5. sınıf, dördü lise son sınıf, altısı fizik öğretmenliği 3. sınıf, altısı da sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 20 öğrenci ile yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler yapılmıştır.

#### **3.3.1 Veri Toplama Araçları**

Bu araştırmada veri toplama araçları kavramsal anlama testleri ve öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerdir. Kavramsal anlama testleri geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanarak öğrencilerin kavramsal anlamalarında herhangi bir değişim olup olmadığına bakılmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler ise kavramsal anlama testindeki sorulara verilen yanıtları destekleyici ve öğrencilerden daha detaylı ve derinlemesine bilgi edinmek amacı ile yapılmıştır.

Öğrencilerin kavram yanılgılarının ve düşünce biçimlerinin ortaya çıkarılmasında en temel veri toplama aracı olan kavramsal anlama testleri, tanı koymaya yönelik

(diagnostic questions) [82] veya sondaj (research probes) soruları [43], olarak adlandırılan ve özel amacı olan sorulardan oluşan bir ölçektir. Bu soruların amacı, öğrencilerin bilimsel bilgileri nasıl yorumladıklarını ve bu yorumlama biçimlerinin temelinde yatan nedenlerin ne olduğunu derinlemesine inceleyip ortaya çıkarmaktır [25].

Driver ve Erickson [83], öğrencilerin bu düşünme biçimlerini ortaya koymada kullanılan yaklaşımları kavramsal (conceptual) ve olaysal (phenomenologically) çerçeve olarak iki farklı boyutta ele almışlardır. Kavramsal çerçevenin kullanıldığı yaklaşımlarda, öğrencilerden verilen herhangi bir kavram ile ilgili açıklama yapmaları veya bunu herhangi bir yazılı testte bir ya da birden fazla cümle içinde kullanmaları istenmektedir. Olaysal çerçeve temelli yaklaşımlarda ise, öğrencilere incelenen kavramla ilgili fiziksel bir sistem ya da bir olay sunularak bir sonuca ulaşmaları ve bu sonucu doğrulamaları istenmektedir [83].

Bu çalışmada da yukarıda bahsedilen iki amaç güdülenek çeşitli sondaj sorularından oluşan iki adet kavramsal anlama testi hazırlanmıştır. Bu sorular; hem öğrencilerin konu hakkındaki bilimsel bilgilerini ölçmek, hem de bu bilgilerini okul ortamı ve günlük hayattaki deneyimleri bağlamında nasıl kullandıklarını ortaya çıkarmak amacıyla kavramsal ve olaysal olarak açık-uçlu formatta oluşturulmuştur. Soruların kavramsal çerçevede yazılmasının amacı, önceden öğretilmiş ya da öğretilmekte olan belli konuların öğrenciler tarafından ne derece iyi anlaşıldığını ortaya çıkarmaktır. Olaysal çerçevede yazılan sorularla da, öğrencilerin okulda öğrendikleri ve günlük deneyimle kazandıkları bilgilerden hangisini nasıl kullandıklarını keşfetmek ve günlük deneyimleri içeren bilgilerin ne derece uygun kullanıldığını belirlemektir. Bu sondaj soruları temel olarak verilen bir duruma ilişkin öğrencilerin fen kavramlarını bilimsel olarak kabul edilebilir biçimde kullanabilme yeteneklerini değerlendirmek amacıyla yazılmaktadır. Bu durumu da Driver ve Erickson [83], uygulamaya geçirilmiş teori (theories-in-action) olarak isimlendirmişlerdir.

Araştırmada kullanılan Görüntü Oluşumu ve Renkler Kavram Test soruları ve görüşme soruları detaylı olarak bir sonraki kısımda sunulmuştur.

### 3.3.1.1 Kavramsal Anlama Testleri

Bu araştırmada, örnekleme de yer alan öğrencilerin görüntü oluşumu ile renkler konularına ait kavram yanılgılarını ve düşünme biçimlerini ortaya çıkarmak için iki adet kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Testlerde yer alan soruların belirlenmesi, iki temel kriter göz önüne alınarak yapılmıştır. Bunlardan ilki soruların öğrencilere uygulanan ğretim programı ile örtüşmesi gerçeği ikincisi ise, seçilen soruların öğrencilerin düzeyine uygun olup olmadığıdır. Ayrıca literatürde bu konularla ilgili yapılmış çalışmalarda ortaya çıkarılmış kavram yanılgıları da soru seçimini dolaylı olarak etkilemiş ve yol gösterici olmuştur.

#### 3.3.1.1.1 İlköğretim ğrencilerine Yönelik Hazırlanan Kavramsal Anlama Testi

İlköğretim 5. sınıf öğrencileri için hazırlanan kavramsal anlama testi dördü görüntü oluşumu, beş tanesi de renkler konuları ile ilgili olmak üzere toplam 9 adet sorudan oluşmaktadır (*bak. Ek A*). Sorulardan 6 tanesi tamamen açık uçlu soru tipinde olup, 3 tanesi ise çoktan seçmeli kısımla birlikte öğrencilerden işaretledikleri yanıtların nedenini de yazmalarını isteyen ilave bölümden oluşmaktadır. Soruların tamamı daha önce de bahsedildiği gibi sondaj soruları ya da tanı koymaya yönelik sorular şeklinde oluşturulmuştur. Ayrıca sorular öğrencilerin yaşları da göz önüne alınarak daha somut ve eğlenceli olması için özellikle karikatürize edilerek sunulmuştur. Sorularda kullanılan karikatürler, Johnson [84] tarafından yazılan kaynaktaki çizimlerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi aşamasında asıl uygulama öncesi, çalışmada seçilen örneklem grubu ile aynı özellikleri taşıyan 38 kişilik farklı bir ğrenci grubuna pilot (n deneme) alışma olarak, hazırlanan kavramsal anlama testi uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin cevaplamakta veya anlamakta zorlandıkları bazı sorularda bir takım değişiklikler yapılmıştır. Örneğin; özellikle karikatür içeren sorularda öğrencilerin bu karikatürleri daha dikkatli incelemeleri için her karikatürün zerine “Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice

inceleyiniz!” şeklinde uyarı notları eklenmiştir. Ayrıca yine öğrencilerin dikkatini daha çok çekebilmek için soruların önemli noktalarının altı çizili biçimde verilmiştir. Kavramsal anlama testinde yer alan 3. ve 6. soruların soru köklerinde düzeltmeler yapılarak daha anlaşılabilir hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu değişiklikler yapıldıktan sonra soruların açıklığı, netliği ve anlaşılabilirliği konusunda 15 öğrenci ile görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin önerileri doğrultusunda sorular yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Sorulara son şekli uzman ve öğrenci görüşleri dikkate alınarak verilmiş ve kavramsal anlama testinde çalışmanın amacına hizmet edebilecek dokuz adet sorunun yer almasına karar verilmiştir. Aşağıda, geliştirilen kavramsal anlama testindeki soruların detaylı değerlendirmeleri yapılmıştır.

**Soru 1 - Görüntü nerede?:** Araştırmacı tarafından hazırlanan bu soru olaysal temellidir. Karikatürde bir kedi ve adam düzlem aynanın arkasına bakarak aynadaki görüntülerini aramaktadırlar. Öğrencilerden kedi ve adamın görüntülerinin yerinin nerede olduğu ile ilgili düşüncelerini açıklamaları istenmektedir. Bu soru ile düzlem aynada görüntünün yeri konusunda öğrencilerin ne tür düşüncelere sahip olduklarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

**Soru 2 - Saat kaç?:** Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru olaysal temelli ve düzlem aynada oluşan görüntünün özellikleri ile ilgilidir. Hikayeleştirilmiş bir olayın anlatıldığı bu soruyla, düzlem aynanın görüntüyü soldan sağa çevirmesinin, öğrenci tarafından bilinip bilinmediği ve bunun nasıl anlaşıldığının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu sorunun aynısı lise ve üniversite öğrencileri için hazırlanan kavramsal anlama testinde de kullanılmıştır.

**Soru 3 – Hangi ayna?:** Bir karikatür kullanarak araştırmacı tarafından hazırlanmış olan bu soru olaysal temellidir. Karikatürde Profesör Çokbilmiş adlı kahraman arabasına bir dikiz aynası takmak istemektedir. Ancak kahraman seçtiği aynanın cisimleri başaşağı gösterdiğini fark eder. Soruda Profesör’ün ne tür bir ayna takması gerektiği ve nerede hata yaptığının açıklanması istenmiştir. Bu soru ile çukur ayna ve tümsek aynanın görüntü özelliklerinin ve iki aynada oluşan görüntüler

arasındaki farklılıkların öğrenciler tarafından nasıl kavrandığı ve küresel aynalarla düzlem aynaları birbirinden ayırt edip edemediklerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

**Soru 4:** Kavramsal temelli ve araştırmacı tarafından hazırlanan bu soru görüntü oluşumu veya görüntü kavramlarıyla ilgili öğrencilerin ne düşündüklerini ortaya çıkarmak amacıyla açık uçlu olarak sorulmuştur. Öğrencilerden düşüncelerini bir şekil çizerek ya da yazarak açıklamaları istenmiştir.

**Soru 5:** Renklerle ilgili ve kavramsal temelli bu soru Chauvet [85]' in çalışmasından alınmıştır. Soru yapı olarak diğer sorulardan biraz farklılık göstermektedir. Bu soruda renk kavramı ile ilgili olarak öğrencilerden verilen şıklardan birini ya da birkaçını işaretlemeleri istenmiş ve sorunun en altında da yanıtlarının nedenini açıklamaları için bir boşluk bırakılmıştır. Bu soru ile özellikle renk denince öğrencilerin zihninde neyin oluştuğu ve bunun nedeni araştırılmak istenmiştir.

**Soru 6 - Trafik ışıkları bozuk mu?:** Olaysal temelli ve renkler konusu ile ilgili olan bu soru araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Profesör Çokbilmiş adlı kahramanın bu kez filtreli bir gözlük takması ve bunun sonucunda da bir trafik kazası geçirmesinin konu edildiği soruda, profesörün trafik ışıklarının bozuk olduğunu düşünmesi ile ilgili olarak haklı olup olmadığı sorulmaktadır. Ayrıca yine öğrencilerden yanıtlarının nedenini de açıklamaları istenmektedir. Bu soruda ise, öğrencilerin filtrelerin özellikleri ve kullanımı ile ilgili düşünce biçimlerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

**Soru 7:** Renklerle ilgili ve olaysal temelli olarak hazırlanmış olan bu soru Chauvet [85]'in çalışmasından alınmıştır. Birbiri ile ilişkili iki bölümden oluşan bu sorunun ilk kısmında öğrencilerden, iki farklı renkteki ışık kaynağından çıkan ve beyaz renkli bir perde üzerine düşürülen iki ışının oluşturdukları rengin ne olduğunu işaretlemeleri istenmiştir. Sorunun ikinci kısmında ise bu rengin ilk olarak nerede oluştuğunu düşündüklerini ortaya koymaları ve bu yanıtlarının nedenlerini verilen boşluğa yazmaları istenmektedir. Bu soruda, öğrencilerin iki farklı rengin karışımı

sonucunda oluşacak olan rengin ne olacağı ve bunun nasıl oluşacağı konusundaki düşünce biçimlerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

**Soru 8:** Olaysal temelli ve renklerle ilgili olarak hazırlanmış olan bu soru Saxena [47]'nin çalışmasından alınmıştır. Bu soru da yedinci soru gibi iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım çoktan seçmeli olup filtrelerin işlevini sorgulamaktadır. İkinci kısımda ise öğrencilere, kırmızı renkli bir gülün sarı ışık altında hangi renkte görüleceği sorularak yanıtlarının nedenini açıklamaları istenmektedir. Bu soru öğrencilerin, özellikle beyaz ışık dışında farklı renkte bir ışık kaynağı altında bakılan cisimlerin renkli görülmesinin nasıl olduğu konusundaki düşünce biçimlerini ortaya koymak için sorulmuştur.

**Soru 9 - Hangi mercek?:** Olaysal temelli ve araştırmacı tarafından hazırlanan bu soru, öğrencilerin ince ve kalın kenarlı merceklerin özelliklerine ilişkin düşünce biçimlerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Karikatürde kahramanımız Dedektif Ararbulmaz elinde tuttuğu merceklerle bıçağın üzerinde ipucu aramaktadır. Öğrencilerden bu merceklerin türlerini tahmin etmeleri ve verdikleri yanıtları açıklayarak yazmalarını istenmektedir.

### **3.3.1.1.2 Lise ve Üniversite Öğrencilerine Yönelik Hazırlanan Kavramsal Anlama Testi**

Ortaöğretim öğrencileri, sınıf ve fizik öğretmenliği öğrencileri için hazırlanan kavramsal anlama testi altısı görüntü oluşumu, üç tanesi de renkler konuları ile ilgili olmak üzere toplam 9 adet sorudan oluşmaktadır. Sorulardan 6 tanesi tamamen açık uçlu soru tipinde olup, 3 tanesi ise çoktan seçmeli kısımla birlikte öğrencilerden işaretledikleri yanıtların nedenini de yazmalarını isteyen bir bölümden oluşmaktadır (*bak. Ek B*). Soruların tamamı ilköğretim öğrencileri için hazırlanan testte olduğu gibi sondaj soruları ya da tanı koymaya yönelik sorular şeklindedir.

Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi aşamasında asıl uygulama öncesi, çalışmada seçilen örneklem gruplarından farklı ve lise son sınıf öğrencilerinden 25 kişilik bir öğrenci grubuna ayrıca sınıf öğretmenliği öğrencilerinden 20 kişilik bir gruba hazırlanan kavramsal anlama testi pilot (ön deneme) çalışma olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin cevaplamakta veya anlamakta zorlandıkları bazı sorularda bir takım değişiklikler yapılmıştır. Bunlardan ilki, birinci soruda aynanın önüne x işareti yerine bir canlı nesne (kedi) eklenerek olay biraz daha somutlaştırılmaya çalışılmıştır. 6. sorunun a ve b şıklarında yer alan 3. şekle birer gözlemci eklenerek soru daha anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca yine öğrencilerin dikkatini daha çok çekebilmek için soruların önemli noktalarının altı çizili biçimde verilmiştir. Bu değişiklikler yapıldıktan sonra soruların açıklığı, netliği ve anlaşılabilirliği konusunda pilot çalışma yapılan her iki gruptan 8 öğrenci ile görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin önerileri doğrultusunda sorular yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Sorulara son şekli uzman ve öğrenci görüşleri dikkate alınarak verilmiş ve kavramsal anlama testinde çalışmanın amacına hizmet edebilecek dokuz adet sorunun yer almasına karar verilmiştir.

Hazırlanan iki kavramsal anlama testinde karşılaştırmanın kolaylıkla yapılabilmesi için birbirinin aynı olan sorulara yer verilmiştir. Bunlar; her iki testte de 2. soru olan saat sorusu ve ilk testteki 4, 5, 7 ve 8 sırasıyla ikinci testte bunlara karşılık gelen 3, 9, 7 ve 8 numaralı sorulardır. Aşağıda ortak olan sorular dışında kalan ve bu kavramsal anlama testinde yer alan soruların içeriği hakkında kısa bilgi verilmektedir.

**Soru 1:** Lawrance ve Pallrand [74]' ın çalışmalarından alınarak yeniden düzenlenen bu soru olaysal temellidir. Soruda aynanın önünde duran kedinin düzlem aynada oluşturduğu görüntüsünün fotoğrafını çekebilmek için fotoğraf makinesini hangi noktaya odaklamak gerektiği sorulmaktadır. Bu soru ile düzlem aynada görüntünün yeri ve özellikleri konusunda öğrencilerin düşünce biçimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

**Soru 4:** Olaysal temelli ve araştırmacı tarafından hazırlanan bu soruda, çukur aynanın merkezine konan ışıklı bir P harfinin görüntüsünün nasıl olacağı sorulmuştur.



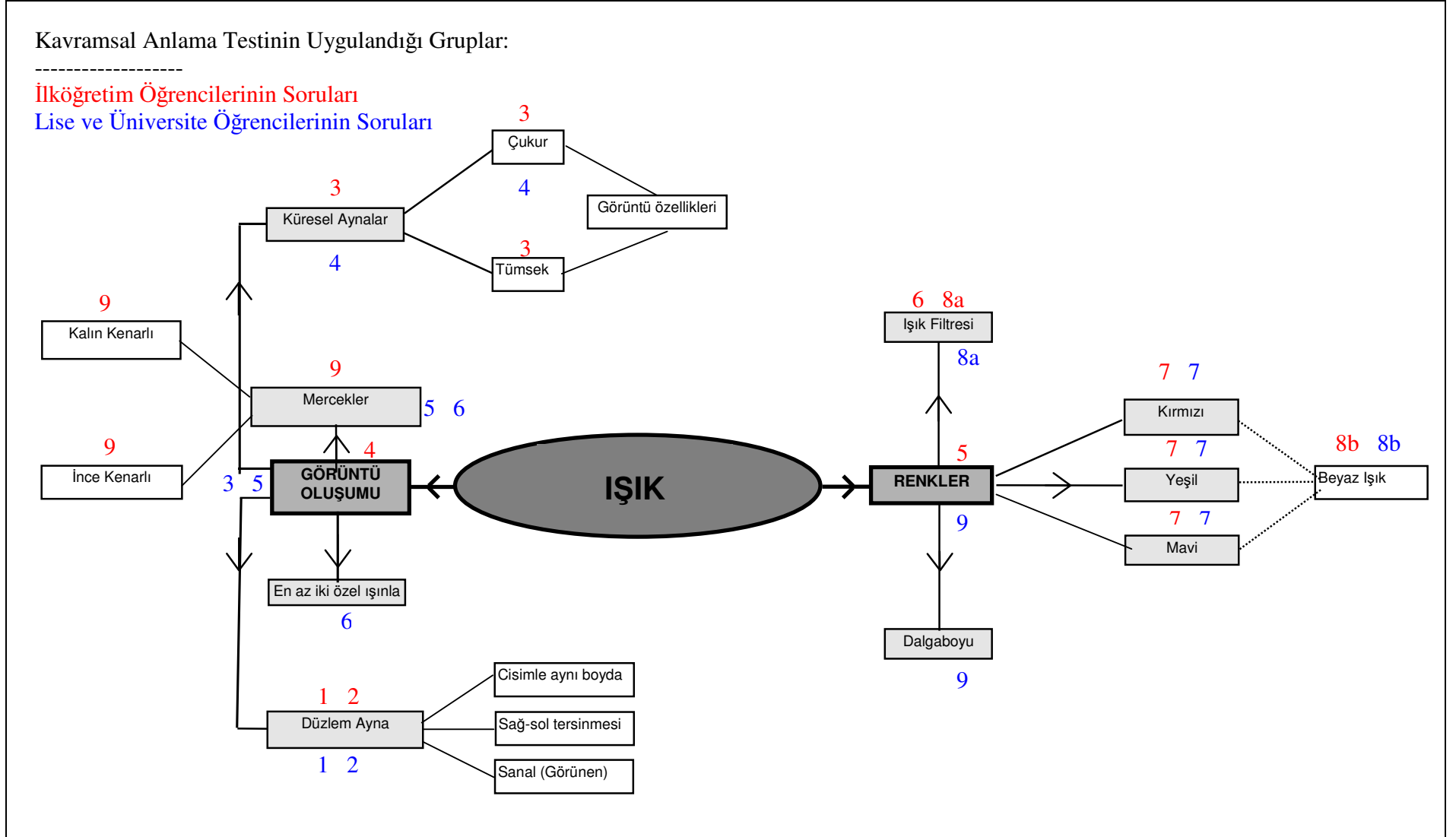
Bu soruda P harfinin kullanılmasındaki amaç ayna önüne konulan bir cismin iki boyutlu olarak öğrenciler tarafından nasıl düşünüldüğünü ortaya koymaktır. Bilindiği gibi klasik olarak hazırlanan bu tip sorularda ayna önüne konulan cisim ok (I) şeklinde çizilip, öğrencinin sadece bir boyuta odaklanması sağlanmaktadır. Bu soru ile daha üst düzeyde bir davranışın yoklanmasına gidilerek cismin asal eksen boyunca ikinci bir boyutu olduğunda görüntüsünün asal eksen üzerindeki yerinin öğrenciler tarafından nasıl irdelendiği de araştırılmak istenmiştir.

**Soru 5:** Görüntü oluşumu ile ilgili ve olaysal temelli olan bu soru Goldberg ve McDermott [59]' un çalışmalarından alınmıştır. Soruda öğrencilere, ince kenarlı bir merceğin önüne konan cismin görüntüsü ile ilgili olarak mercek kaldırıldığında ne gözleneceği sorulmakta ve bunu şekille ifade etmeleri istenmektedir. Öğrencilerin böyle bir durumda merceğin ya da herhangi bir optik sistemin nasıl bir görev üstlendiği konusunda ne düşündükleri ve görüntünün oluşabilmesi için gerekli olan şartların zihinlerinde oluşup oluşmadığını araştırmak amaçlanmıştır.

**Soru 6:** Olaysal temelli olan bu soru görüntü oluşumu ile ilgilidir. Rebmann ve Chauvet [86]' in çalışmalarından alınan ve daha sonra öğrencilerin anlamaları için üzerinde araştırmacı tarafından çeşitli düzenlemeler yapılan bu soru, iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Sorunun ilk kısmında önüne daire biçiminde, ikinci kısmında ise halka biçiminde bir engel konan ince kenarlı mercekteki görüntünün nasıl olacağı sorulmakta ve yine ayrıca öğrencilerden yanıtlarının nedenini de açıklamaları ve verilen şekil üzerinde çizerek göstermeleri istenmektedir. Genelde görüntü çizimine ilişkin sorularda bilinen özel ışınlar kullanılarak sonuca gitmek tercih edilen bir yoldur. Ancak burada verilen her iki durumda da merceğin önüne engel konulduğu zaman bu özel ışınlardan sadece bir tanesi mercekten geçerek kırılabilir. Böyle bir durumla karşılaşan öğrencilerin nasıl bir tavır sergilediklerini görmek ve görüntü oluşumu konusundaki düşünce biçimlerini ortaya çıkarmak bu sorunun sorulmasındaki temel amaç olmuştur.

Işıkla ilgili konuların kavramsal anlama testlerinde yer alan sorulara göre dağılımı Şekil 3.1' de verilmiştir.

Şekil 3.1 Işık konusu ile ilgili kavramsal anlama testlerindeki soruların dağılımı



### 3.3.1.1.3 Kavramsal Anlama Testlerinin Uygulanması

Bu araştırmada en temel veri toplama araçlarının kavramsal anlama testleri olduğu göz önüne alınırsa, soruların uygulanması aşamasının da ne kadar önemli bir süreci kapsadığı ortaya çıkmaktadır. Testlerin uygulanmasına ilişkin dikkate alınan bazı noktalar aşağıda sıralanmıştır.

- Testlerin uygulanması öncesinde ilgili dersin öğretmenleriyle görüşme yapılarak konunun yıllık plandaki yeri ve işlenme süresi öğrenilmiş buna göre de ön test ve son testin ne zaman uygulanabileceği kararlaştırılmıştır.
- n testler öğretimden yaklaşık 2 hafta önce, son testler ise öğretimden 1 hafta sonra uygulanmıştır.
- Her iki test için yapılan ön deneme çalışmalarında testlerin ortalama 45-55 dakika sresinde tamamlandığı göz önüne alınarak uygulamalar gerçekleştirilmiş, ancak öğrencilere testleri yanıtlayabilmeleri için istedikleri kadar süre verilebileceği söylenerek bir zaman sınırlaması yapılmamış ve böylece öğrencilerin süre kaygısı yaşamadan soruları tamamlamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Ortalama olarak öğrenciler soruları bir ders saati (45 dakika) içerisinde tamamlamışlardır.
- Testlerin uygulandığı günlerde öğrencilerin başka bir derse ait sınavlarının olmamasına dikkat edilerek ilgilerinin ve konsantrasyonlarının bozulması engellenmeye çalışılmıştır.
- Testlerin uygulanması sırasında öğrencilere yapılan uygulamanın amacı hakkında kısaca bilgi verilmiş ve sorulara verecekleri yanıtların ne kadar önemli olduğu anlatılarak yapılan uygulamaya ilişkin merakları giderilmeye çalışılmıştır.

### 3.3.1.2 Görüşme

Araştırmada kullanılan diğer bir veri toplama aracı gönüllü seçilen öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış türdeki görüşmelerdir. Sadece ğretim sonrasında yapılan görüşmelerle, öğrencilerin görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin düşünce

biçimleri ve kavram yanılgıları ile ilgili olarak daha detaylı ve derinlemesine bilgi edinebilmek ve kavramsal anlama testlerinden elde edilecek fikirlerin desteklenmesi amaçlanmıştır.

Görüşmelerde önceden hazırlanan sorular öğrencilere sorulmuş ve yine önceden belirlenen ve hazırlanan deney düzenekleri üzerine tartışmalar derinleştirilmiştir. Zaman zaman görüşmenin seyrine göre öğrencilere hazırlananlar dışında da sorular sorulmuştur. Bu nedenle görüşmelerin süresi farklılıklar gösterebilmektedir. Görüşmeler 25 dakika ile 68 dakika arasında sürmüş ve tamamı ses kayıt cihazı ile kaydedilerek daha sonra yazılı şekle dönüştürülmüştür.

Kavramsal anlama testinde olduğu gibi görüşme soruları da ilköğretim öğrencileri için ayrıca hazırlanmıştır. Hazırlanan her iki grup görüşme soruları esas görüşmeler öncesinde farklı 4 öğrenciye sorularak ön deneme çalışması yapılmış ve sorulara son şekli verilmiştir.

Görüşme yapılacak öğrenciler, öğretim öncesi uygulanan teste verdikleri yanıtlar göz önüne alınarak ve soruları yanıtlaya düzeylerine göre üst, orta ve zayıf olan öğrenciler arasından rastgele seçilmişlerdir. Ayrıca öğrencilere, yapılacak görüşme ile ilgili detaylı bilgi verilerek görüşmelere katılmada gönüllülük esası temel alınmıştır. Görüşmeye katılan öğrencilerin hepsi de istekli bir biçimde görüşmeye katıldıklarını ifade ederek görüşmenin kaydedilmesine izin verdiklerini belirtmişlerdir. İlköğretim beşinci sınıf ve lise son sınıflardan 4'er, sınıf öğretmenliği ve fizik öğretmenliği öğrencileri arasından da 6' şar olmak üzere toplam 20 öğrenci ile görüşme yapılmıştır.

### **3.3.2.1 Görüşme Soruları ve Hazırlanması**

Gerek ilköğretim öğrencilerine gerekse lise ve üniversite öğrencilerine yöneltilen görüşme soruları temelde iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Görüşmenin ilk kısmı görüntü oluşumu ile ilgili soruları ikinci kısmı ise renklerle ilgili soruları kapsamaktadır. Aşağıda görüşmelerde kullanılan sorulara ilişkin tanıtıcı bilgiler sunulmaktadır.

#### ***İlköğretim öğrencileri için hazırlanan görüşme soruları:***

İlköğretim öğrencileri için hazırlanan görüşme soruları beş ayrı kısımdan oluşmaktadır (*bak. EK C*). Bunlar; görme olayı, düzlem aynada görüntü oluşumu,

küresel aynalar ve özellikleri, mercekler ve özellikleri ve renkler olarak sıralanabilir. Her bir kısım kısaca özetlenmiştir.

**a) Görme Olayı:** Bu soru her ne kadar doğrudan konuyla ilgili olmasa da öğrencilerin görme sürecinin nasıl olduğu konusundaki fikirleri oldukça önemlidir. Bu kısımda öğrenciye sözel olarak “*Nasıl görürüz?*” ve “*Etrafımızdaki nesnelere görme sürecimiz nasıldır?*” şeklinde kavramsal temelli iki soru ile görüşme başlamaktadır. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda görme olayı üzerine tartışma geliştirilmektedir.

**b) Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu:** Görüşmenin bu kısmında öğrencilere olaysal temelli bir soru sorulmaktadır. Bu sorunun sorulmasındaki amaç, düzlem aynada görüntü ve özellikleri ile ilgili öğrencilerin düşünce biçimlerini ortaya koyabilmek ve öğrencilere verilen kağıtlara çizim yaptırarak görüntüyü nasıl çizdiklerini görebilmektir. Bu soru için orta büyüklükte bir düzlem ayna masanın üzerine yerleştirilir ve aynanın yaklaşık 10 cm önüne bir cisim konur. Öğrenci cismin görüntüsünü görebilecek şekilde oturur ve aşağıdaki sorular yöneltilir.

- Aynadaki görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek (ışın diyagramı ile) gösterir misin?
- Görüntünün özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)
- Neden sanal (veya gerçek) olduğunu düşünüyorsun?

c) **Küresel aynalar ve özellikleri:** Görüşmenin bu kısmında sorulan sorulardan bazıları kavramsal bazıları da olaysal temellidir. Özellikle öğrencilerin çukur ayna ve tümsek aynaların özelliklerine ilişkin düşüncelerini öğrenmek ve düzlem ayna ile bu aynaların farkları ile ilgili nasıl bir fikre sahip olduklarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmacının getirmiş olduğu çukur ve tümsek ayna modelleri üzerine görüşme başlatılır.

- Çukur ayna ve tümsek aynalarda ışınların yansıması ile ilgili neler düşünüyorsunuz?
- Daha sonra optik daire üzerine yerleştirilen çukur ve tümsek aynalarda ışınların hareketi öğrencilere gösterilir. Öğrencilere gözlemleri sorulur.
- Düzlem ayna ve küresel aynalar arasında ne gibi farklar var?
- Çukur ayna ve tümsek aynaların hangi amaçlar için kullanılır? Nerelerde gördün bu türden aynaları?
- Kavramsal anlama testindeki 3. soru öğrenciye yeniden yöneltilir.

d) **Mercekler ve özellikleri:** Bu bölümde ise merceklerin özellikleri üzerine öğrencilerin düşünce biçimleri ve ayrıca ince ve kalın kenarlı mercekleri ayırt edip edemedikleri araştırılmak istenmiştir. Bunun içinde aşağıdaki kavramsal ve olaysal sorular öğrencilere sorulur.

- Öğrenciye çeşitli mercekler gösterilerek bunların hangilerinin ince kenarlı, hangilerinin kalın kenarlı olduğunu bulması istenir.
- Kavramsal anlama testindeki 9. soru soru öğrenciye yeniden yöneltilir.
- Optik daire üzerine ince kenarlı ve kalın kenarlı mercek yerleştirilerek ışınların yolu gözlenir. Öğrencilere gözlemleri sorulur.

e) **Renkler:** Öğrencilerin renklerin nasıl oluştuğu, renk kavramı, renklerin karışımı, ışık filtreleri ile ilgili neler düşündüklerini ortaya koymak için aşağıdaki sorular öğrencilere yöneltilmiştir.

- Cisimleri renkli olarak nasıl görebiliriz? Neden her cisim farklı renktedir?
- Renk nedir? Renk deyince aklına ne geliyor?

- Newton arkı deneyi yapılır ve ark dndürölmeden önce öğrenciye ne gözleyeceği sorulur. Tahmin yapması istenir. Bu durumlarla ilgili öğrencinin fikri sorulur.

- Kavramsal anlama testinde yer alan 7. soru yeniden sorularak farklı renkli iki ışığın karışımı üzerine tartışılır.

- Işık filtrelerinin ne işe yarar sorusu yöneltilir.

- Kavramsal anlama testinde yer alan 8. soru üzerine tartışılır.

- Kavramsal anlama testinde yer alan 6. soru yeniden öğrenciye yöneltilir.

- Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi? Sorusu yöneltilerek görüşme tamamlanır.

### ***Lise ve üniversite öğrencileri için hazırlanan görüşme soruları:***

Lise öğrencileri ile sınıf öğretmeni ve fizik öğretmeni adayı öğrenciler için hazırlanan görüşme soruları da ilköğretime yöneltilen sorulara benzer şekilde olup beş ayrı kısımdan oluşmaktadır (*bak. EK D*). Bunlar; görme olayı, düzlem aynada görüntü oluşumu, çukur aynada görüntü oluşumu, merceklerde görüntü oluşumu ve renkler olarak sıralanabilir. Görme olayı ve düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin a ve b kısımları aynı soruları içerdikleri için yeniden açıklanmamıştır. Bunların dışında kalan ve farklılık gösteren kısımlar kısaca özetlenerek görüşme soruları tanıtılmıştır.

**c) ukur aynada görüntü oluşumu:** Bu soru olaysal nitelikte olup öğrencilerin çukur aynada görüntü oluşumu, bunun ışın diyagramının çizimi ve bu görüntünün özellikleri ile küresel aynaların özellikleri üzerine düşünce biçimlerini ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır. Özellikle hazırlanan deney düzeneği üzerine görüşme yoğunlaştırılmıştır. Hazırlanan düzende bir çukur aynanın önüne ışıklı bir cisim (mum) konur. Bu durumda görüntü ters ve ayna ile cisim arasındadır. Bir ekran kullanılarak görüntünün en net olduğu konumda ekran sabitlenir. Aşağıdaki sorular yöneltilir.

- Aynadaki görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek (ışın diyagramı ile) gösterir misin?
- Görüntünün özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)
- Neden sanal (veya gerçek) olduğunu düşünüyorsun?

**d) Merceklerde görüntü oluşumu:** Öncelikle öğrencilere ince ve kalın kenarlı mercekleri birbirlerinden nasıl ayırdıklarını görmek için çeşitli mercekler verilir. Hangilerinin ince hangilerinin kalın olabileceği sorulur. Görüşmenin bu kısmında ise çukur aynadaki duruma benzer biçimde bir deney düzenegi hazırlanmış ve bunun üzerine öğrencinin neler düşündüğü öğrenilmeye çalışılmıştır. Bir ince kenarlı mercek, ekran ve bir mumla kurulan düzenekte ekran üzerinde mumun görüntüsü ters olacak şekilde oluşturulur ve öğrenciye aşağıdaki sorular yöneltilir.

- İnce kenarlı mercekte görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek (ışın diyagramı ile) gösterir misin?
- Görüntünün özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)
- Neden sanal (veya gerçek) olduğunu düşünüyorsun?
- Ardından kavramsal anlama testindeki 5. soru yöneltilerek tartışma sürdürülür.
- Bu bölümün son kısmında ise testteki 6. soru ile ilgili düzenek hazırlanır ve düzenegi kurmadan önce öğrenciden ne gözleyeceğini tahmin etmesi istenir. Ardından ise düzenek kurularak gördükleri ve düşündükleri üzerine tartışılır.

**e) Renkler:** Öğrencilerin renklerin nasıl oluştuğu, renk kavramı, renklerin karışımı, ışık filtreleri ile ilgili neler düşündüklerini ortaya koymak için aşağıdaki sorular öğrencilere yöneltilmiştir.

- Cisimleri renkli olarak nasıl görebiliriz? Neden her cisim farklı renktedir?
- Renk nedir? Renk deyince aklına ne geliyor?



Görüşmenin bu kısmında renklerle ilgili deney yapmak hem ortam hem de malzeme açısından mümkün olmadığından bilgisayardan faydalanılmıştır. Bu amaçla da renklerin karışımı ile ilgili flash animasyonları ve Virtual Lab adlı bilgisayar programı kullanılmıştır. Bunlar kullanılarak renklerin karışımı, ana renkler, renkli görme, filtreler üzerine uygulamalar yapılarak görüşme sürdürülmüştür.

- Kavramsal anlama testinde yer alan 7. soru yeniden sorularak farklı renkli iki ışığın karışımı üzerine tartışılır.
- Kavramsal anlama testinde yer alan 8. soru üzerine tartışılır.
- Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi? Sorusu yöneltilerek görüşme tamamlanır.

### **3.3.2.2 Görüşme Süreci**

Görüşmeler boyunca araştırmacı, öğrencileri yönlendirecek her türlü davranış ve söylemden kaçınarak öğrencilerden ayrıntılı ve derinlemesine bilgi alabilmenin yollarını aramaya çalışmıştır. Sorulan her soru için öğrenciye makul süre verilmiş ve görüşme süreci bilimsel ve eğlenceli bir sohbet şekline getirilmiştir. Yanıt verilmeyen sorularda öğrenciyi zorlayıcı bir tutum sergilemekten kaçınılarak soruyu farklı bir biçimde sorma yoluna gidilmiş veya bir şekil ve örnekle soru daha açık ifade edilmiştir.

Görüşmeler bir takım deney düzenekleri kullanılarak yapıldığından yer olarak okulun fizik ya da fen bilgisi laboratuvarı kullanılmıştır. Görüşmelerin tamamı bireysel olarak öğrenciyle yapılmış ve tüm konuşulanlar ses kayıt cihazıyla kaydedilmiştir. Görüşmesi yapılan öğrencilerle henüz görüşülmemiş öğrencilerin birbirlerinin fikirlerinden etkilenebilecekleri düşünülerek görüşmesi biten öğrenciler öğretmenlerin de yardımlarıyla görüşme yapılan yerden uzaklaştırılmıştır.

### 3.3.2 Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bu araştırmada nitel veri toplama yöntemleri kullanıldığından yapılan geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları da nitel araştırmaya özgüdür. Bilimsel araştırmada geçerlik araştırma sonuçlarının doğruluğu, güvenilirlik ise sonuçların tekrar edilebilirliğiyle ilgilidir [87].

*Geçerlik çalışmaları:* Hazırlanan ölçme araçlarının gerçekten ölçülmek istenen veriyi ölçüp ölçemediğini araştırmak için, ayrıntıları daha önce verilen iki ön deneme çalışması yapılmıştır. Ayrıca hazırlanan ölçme araçları alan eğitimcileri tarafından incelenerek geliştirilmiştir. Bunun yanında, yüz yüze yapılan görüşmeler yoluyla ayrıntılı ve derinlemesine toplanan bilgiler ve geliştirilen ölçme araçlarından elde edilen bulguların birbirini desteklemesi bu araştırmada geçerliği sağlayan önemli bir özelliktir. Özellikle iç geçerliği sağlama anlamında araştırmacı kendini ve araştırma süreçlerini eleştirel bir gözle sorgulayarak, ölçme araçlarından elde ettiği bulguların gerçeği yansıtıp yansıtmadığını kontrol etmeye çalışmıştır. Bunu yaparken de, görüşülen bireylerden doğrudan alıntılara yer vererek ve bunlardan yola çıkarak sonuçları açıklamayı çalışma türünden bir yaklaşım sergilemiştir. Öte yandan araştırmacı, dış geçerlik konusunda araştırmanın aşamaları ile ilgili tüm ayrıntıları rapor ederek okuyucunun bu araştırmadan elde edilen sonuçlardan yararlanarak, kendi ortamı için geçerli olabilecek dersler ya da deneyimler çıkarmasına yardımcı olmaya çalışmıştır.

*Güvenirlik çalışmaları:* Güvenirlik konusu araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği ile ilgili olmasına rağmen, nitel araştırmada insan davranışlarının durağan olmaması ve karmaşık bir yapıda olması araştırmacıları güvenilirlikle ilgili çeşitli önlemler almaya götürmektedir [87]. Bu araştırmada da; araştırmaya veri kaynağı olan bireylerin ve verilerin elde edildiği sosyal ortamın açık bir şekilde tanımlanması, elde edilen verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçevenin betimlenmesi ve son olarak da veri toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır. Böylelikle elde edilen sonuçların toplanan verilere bağlı olduğu ve araştırmacının varsayımlarının ya da ön yargılarının sonuçları etkilemediği gösterilmiştir. Kısaca araştırmacı araştırma sürecinde yansız olduğunu ve sonuçları kendi tercih ya da yönelimlerine göre biçimlendirmedeği konusunda ikna edici bir tavır sergilemiştir.

Nitel yaklaşım her araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçiminin farklı olabileceğinden hareketle aynı verileri iki farklı araştırmacının farklı algılayacağını ve yorumlayacağını kabul eder. Bu nedenle, yorum ve algılama farklılığını en aza indirerek iç güvenilirliğı sağlama konusunda, bu araştırmada toplanan verilerin öncelikle betimsel bir yaklaşımla doğrudan sunulmasına çalışılmıştır. İkinci olarak, araştırmacı veri analizini yapmak için kullandığı kavramsal çerçeveyi nasıl oluşturduğunu ve bu çerçeveye bağlı olarak veri analizini nasıl yaptığını açıklamıştır. Son olarak ise, elde edilen verilerin analizinde aynı alanda çalışan başka bir araştırmacıyı kullanarak ulaşılan sonuçların teyit edilmesine çalışılmıştır. Veri analizinde ikincil araştırmacı kullanılmasına ilişkin detaylı açıklamalar verilerin analizi kısmında sunulmaktadır.

### **3.4 Verilerin Analizi**

#### **3.4.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi**

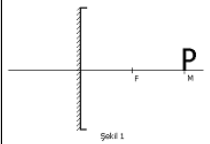
Bu araştırmada uygulanan testlerde yer alan sorular, açık uçlu soru tipindedir ve bu türden soruların analizinde önceden belirlenen kategorilere göre kodlama yapmak uygun değildir [3]. Bu nedenle verilerin analizinden elde edilen tüm kategoriler öğrencilerin verdikleri cevaplardan oluşturulmaktadır. Açık uçlu soruların analiz edilmesinde; öncelikle tam yanıt belirleme (nomothetic) ve verilen açıklamaları uygun tema isimleri vererek belli kategoriler altında toplama (ideographic) yaklaşımları kullanılmaktadır [88].

Analiz sırasında öncelikle soruya ilişkin verilmesi gereken tam doğru yanıt belirlenmiştir. Ardından öğrencilerin yanıtları tek tek incelenerek tam doğru yanıt veren öğrencilerin test numaraları “tam yanıt” kategorisi altına yazılmıştır. Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan doğru olan, ancak bir yönüyle tam yanıtta daha az açıklama içeren yanıtlar ise “kısmi yanıt” olarak adlandırılan kategori altında gruplandırılmıştır. Tam yanıt ve kısmi yanıtlardan oluşan bu kategorilerin genel ismi ise, bu yanıtlar doğru yanıtlar olduğundan “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” üst başlığı altında birleştirilmiştir.

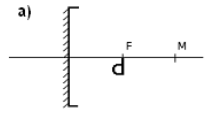
Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar ise “bilimsel olarak kabul edilemez” başlığı altında gruplandırılmıştır. Aynı düşünce biçimini ve kavram yanılığını içeren türde yanıt veren öğrenciler aynı kategoride gruplandırılarak her bir kategoriye uygun bir tema başlığı verilmiştir. Öğrencilerin verdiği yanıtlardan örnek olarak bir yanıt, her kategorinin altında verilmiştir. Son olarak soruya bir yanıt veren ancak verdiği yanıtta ne yazdığı açık olmayan veya çok ilgisiz bir açıklama içeren yanıtlar kodlanamaz yanıtlar kategorisinde gruplandırılmıştır. Herhangi bir yanıt vermeyen öğrencilerin yanıtları ise, “yanıtsız” grubu içerisine dahil edilmiştir.

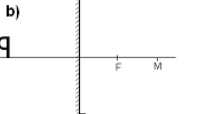
Yukarıda verilen kategorilendirmeye örnek teşkil etmesi açısından, çalışmada lise ve üniversite öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testinde yer alan çukur ayna sorusunun (Şekil 3.2) analizine yönelik hazırlanan tablo aşağıda verilerek açıklanmıştır (Tablo 3.2).

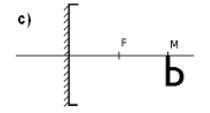
**Soru 4:**

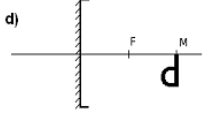


Şekil 1’deki çukur aynanın merkezine küçük ampullerin oluşturduğu ışıklı bir P harfi konuyor. P harfinin görüntüsünün yeri ve şekli aşağıda verilenlerden hangisine benzer?

a) 

b) 

c) 

d) 

Yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

Şekil 3.2 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu

Tablo 3.2’de de görüldüğü gibi öğrencilerin yanıtları 4 ana kategoride gruplandırılmıştır. Bunlar; A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar, B. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar, C. Kodlanamaz yanıtlar ve D. Yanıtsız şeklindedir.

Tablo 3.2 Lise öğrencilerinin çukur ayna sorusuna verdikleri yanıt kategorilerini gösteren tablo

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1. Tam Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.		8	5.45	21	14.29
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.		25	17	42	28.57
<b>Toplam</b>		<b>33</b>	<b>22.45</b>	<b>63</b>	<b>42.86</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğü düşünülüyor</b>					
(C) Merkezdeki cismin görüntüsü ters, merkezde aynı boyda görünür.		46	31.29	65	44.22
<b>2. Sadece sağ-sol tersinmesi olacağı düşünülüyor (Düzlem ayna ile karıştırılıyor)</b>					
(B) Çukur aynalar da düz ayna gibi görüntünün simetriğini aynanın arkasında oluşturur		32	21.77	16	10.88
<b>3. Tek bir ışın çizerek, görüntünün ışının asal eksenini kestiği yerde oluşturulduğu durum</b>					
(A) Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odaktan yansır.		23	15.65	2	1.36
<b>Toplam</b>		<b>101</b>	<b>68.71</b>	<b>83</b>	<b>56.46</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>6</b>	<b>4.08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>7</b>	<b>4.76</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar iki gruptan oluşmuştur. Soruya tam doğru “(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.” yanıtını veren öğrenciler tam yanıt kategorisinde gruplandırılırken, doğru yanıt veren ancak “(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.” yazarak yetersiz bir açıklama yapan öğrenciler kısmi yanıt kategorisinde yer almıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların analizi sonucunda ise, bu soruda ve lise son sınıf öğrencilerinin yanıtları için 3 farklı kategori ortaya çıkmıştır. Bazı öğrenciler “(C) Işınlara gönderdiğimizde merkezdeki cismin görüntüsü ters ve merkezde aynı boyda görünür” yanıtını vererek çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğünü düşünürken, bazıları da düzlem ayna ile çukur aynayı karıştırmışlardır. Bu grupta yer alan diğer bir kategoride öğrenciler “(A) Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odaktan yansır ve görüntü burada ters ve küçük oluşur.” açıklamasını yaparak tek bir ışın çizerek görüntünün oluşturulduğu kategoride yer almışlardır.

Son iki yanıt kategorisi kodlanamaz yanıtların olduğu ve yanıt vermeyen öğrencilerin gruplandırıldığı kategoridir. Kodlanamaz yanıtlar bu soruda fazla

olmamakla birlikte bazen öğrenciler soruyla ilgisi olmayan hatta fizikle de ilgisi olmayan açıklamalarda bulunabilmektedirler. Örneğin; “Çukur aynalar tümseklerden farklıdır”, “Aynalarda yansıma kuralları vardır” vb. gibi sorunun cevabıyla ilgisi olmayan bu tür yanıtlar bu grupta yer almıştır.

Araştırmanın bulgular ve tartışma bölümünde öğrencilerin kavramsal anlama testlerindeki sorulara verdikleri yanıtlar tablolar halinde sunulmuştur. Her bir öğrenci grubuna ait yanıt ilgili başlık altında öğretim öncesi ve sonrası ortaya çıkan kategorilere göre (bak. Tablo 3.2) oluşturulmuştur. Öğrencilerin yanıtlarının karşılaştırıldığı tablolar ise;

- aynı kategori altında yer alan öğrencilerin açıklamaları ortak ise açıklama aynen yazılmıştır,
- aynı kategori altında yer alan öğrencilerin açıklamaları ortak ifadeler içermiyorsa, açıklamanın başına ilgili öğrenci grubuna ilişkin bir kısaltma kullanılarak (örneğin; sınıf öğretmenliği için S.Ö vb.) tabloya eklenmiştir,
- yapılan açıklamalarda çok büyük farklılıklar yoksa tabloların çok fazla karmaşık bir hal almaması için tek ortak bir açıklama yazılmaya çalışılmıştır.

### **3.4.2 Veri Analizinde İkincil Araştırmacı Kullanılması**

Araştırmanın güvenilirlik çalışması kapsamında, kavramsal anlama testlerinde yer alan soruların açık uçlu kısımlarından elde edilen verilerin analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek bir takım yanlılıkların giderilebilmesi amacıyla aynı alanda çalışan başka bir araştırmacı tarafından verilerin kodlanması gerekmektedir [88, 25].

Bu aşamada öncelikle, araştırmacı tarafından her bir açık uçlu soruyla ilgili olarak ortaya çıkan genel kategori tabloları hazırlanmış ve fizik eğitimcisi uzmanı ile birlikte kontrol edilmiştir. Kodlamayı yapacak kişi her bir soruya ilişkin kategorilendirmenin nasıl yapıldığı konusunda bilgilendirilmiştir. Daha sonra, her bir örneklemden ortalama %25’ lik kısmı, ilköğretim öğrencilerinden 50, lise ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinden 40 ve fizik öğretmenliği öğrencilerinden 15 kişi olacak şekilde rasgele seçilmiş ve bu öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar uzman tarafından incelenmiştir.

Uzmandan, daha önce araştırmacı tarafından yapılan kategorilendirmelere göre öğrencilerin verdikleri cevapların hangi kategoriye daha uygun olduğunu işaretlemesi istenmiştir. Ayrıca; gerektiği durumlarda yeni kategoriler oluşturabileceği de belirtilmiştir. Son aşamada, araştırmacının gruplandırması ile uzmanın gruplandırması karşılaştırılmış ve her bir soru için yanıt kategorilerinin tutarlılık yüzdesi aşağdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır [25].

$$p = \frac{N_a \times 100}{N_t}$$

p: Tutarlılık yüzdesi

N<sub>a</sub>: İki kodlamada aynı şekilde kodlanan ğrenci sayısı

N<sub>t</sub>: Kodlanan toplam ğrenci sayısı

Açık uçlu sorular için araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasında elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları Tablo 3.3' te verilmiştir.

Tablo 3.3 Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdeleri

Soru Numarası	p (tutarlılık yüzdesi)				Ortalama p			
	İlköğrt.	Lise	Sınıf Öğrt	Fizik Öğrt.	İlköğrt.	Lise	Sınıf Öğrt	Fizik ğrt.
2	96	93	98	93	93	92	93	93
3	90	90	88	87				
4	94	88	93	93				
5	96	88	88	93				
8b	92	93	95	93				
9	88	98	98	100				

Kabapınar [25], tutarlılık yüzdesinin %80' in üzerinde olan analizlerin güvenilir olduğunu belirtmektedir. Tablo 3.3' te de görüldüğü gibi her bir gruba ilişkin tutarlılık yzdelерinin ortalaması %90' ın altına düşmemektedir. Bu sonuçlara göre yapılan kodlama sisteminin güvenilir olduğunu söylemek mümkündür.

### 3.4.3 Görüşme Sorularının Analizi

Geleneksel ğretim sonrasında toplam 20 adet ğrenci ile yapılan görüşme kayıtları ayrıca bir analize tabi tutulmamıştır. Ancak ğrencilerin test sorularına verdikleri yanıtların nedenlerini daha derinlemesine araştırmak amacıyla, öğrencilerin

düşünce biçimlerinin net olarak ortaya konulmasında kullanılmıştır. Görüşme kayıtları ses kayıt cihazından bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra her bir öğrenciye ait kayıtlar tek tek dinlenmiştir. Daha sonra ise gerektiğinde yararlanmada kolaylık sağlaması açısından görüşme kayıtları yazılı döküman haline getirilmiştir.

Görüşmelerden elde edilen açıklamalardan bazıları, araştırmanın bulgular ve tartışma bölümünde kullanılmıştır. Seçilen bu açıklamaların; yaygın olarak kullanılan bir kavram yanlışlığının nedenini ortaya koyması, farklı bir kavram yanlışlığı içermesi, yapılan öğretime ilişkin ipuçları taşıması vb. özellikleri gösteriyor olmasına dikkat edilmiştir.

Yöntem bölümünde araştırmanın gerçekleştirilmesinde izlenen yol ayrıntılı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Bir sonraki “Bulgular ve Tartışma” bölümünde ise; araştırmadan elde edilen veriler belirli bir düzen içerisinde sunulurken bu bulguların yorumları yapılmaktadır.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölüm iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda öğrencilerin görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal anlamaları, ikinci kısımda ise renklerle ilgili kavramsal anlamaları incelenip yorumlanmıştır.

### 4.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında öğrencilerin sırası ile görüntü oluşumuna ilişkin elde edilen genel bulguları, düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin bulguları, küresel aynalarda görüntü oluşumuna ilişkin bulguları ve son olarak da merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin bulguları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Geleneksel öğretimin kavramsal anlamaya etkisini ölçmek için ön test ve son test verileri karşılaştırılmış ve ardından da ilköğretim öğrencileri sınıf öğretmeni adayları ile, lise son sınıf öğrencileri de fizik öğretmeni adayları ile kavramsal anlamaları bakımından karşılaştırılarak irdelenmiştir.

#### 4.1.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Genel Bulgular

İlk olarak öğrencilerin görüntü oluşumu ile ilgili genel düşüncelerini belirlemek amacıyla bütün öğrenci gruplarının ortak sorusu olan ve Şekil 4.1’ de verilen sorunun analizinden elde edilen bulguların (sırası ile her öğrenci grubunu) değerlendirmesi verilmiştir.

#### **Soru 4. Görüntü nedir?**

‘Görüntü oluşumu’ veya ‘görüntü’ deyince aklınıza ne geliyor? Bir şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

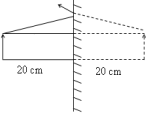
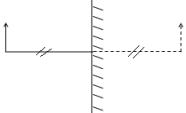
.....

Şekil 4.1 Görüntü oluşumu ile ilgili her iki testte de yer alan soru

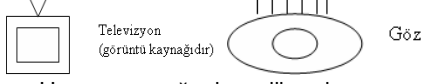
#### 4.1.1.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası “görüntü nedir?” sorusuna ait yanıt kategorileri ve bu kategorilere ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Tablo 4.1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1 “Görüntü nedir?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Cisimlerden yansıyan ışığın göze gelip oradan beyni uarması ile algıladığımız şeye görüntü denir.		20	9.85	48	23.64
<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>					
Aynada kendimizi görmemiz akla gelir. Ayna karşısında herşeyin görüntüsü oluşur.		53	26.11	58	28.57
		0	0	8	3.94
		1	0.49	8	3.94
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çukur bir aynanın merkezindeki bir cismin görüntüsü gene merkezde olur.</li> <li>• Cisimlerin ışınlarının ayna ile yansıması, mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur.</li> </ul>		0	0	2	0.98
		0	0	1	0.49
<b>Toplam</b>		<b>74</b>	<b>36.45</b>	<b>125</b>	<b>61.58</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum</b>					
Bir nesnenin ışınlarının ekran ayna gibi yüzeylere çarparak oluşturdukları ışın demetine görüntü denir.		3	1.48	10	4.93
<b>2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>					
Bir ışık kaynağından çıkan ışınların bir cismin üzerine düşerek gölge yöntemi ile bir şekil oluşturmasıdır.		3	1.48	10	4.93

Tablo 4.1' in devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
3. Sezgisel Yanıtlar		N	%	N	%
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Her yere ağaçlar dikerek manzaralar yaparak görüntüyü oluşturabiliriz. Manzara gibi bir şeyi görmeye görüntü denir.</li> <li>• Bir cismin ya da maddenin kendisidir. Her cismin ve canlının görüntüsü vardır.</li> <li>• Gözlerimizle birşeyi algılayarak görüntüsünü görmemizdir.</li> </ul>	15	7.39	11	5.42	
	3	1.48	3	1.48	
	14	6.89	2	0.98	
	31	15.27	16	7.88	
	28	13.79	15	7.39	
<b>Toplam</b>	<b>112</b>	<b>55.17</b>	<b>67</b>	<b>33.00</b>	
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	<b>7</b>	<b>3.45</b>	<b>4</b>	<b>1.97</b>	
<b>D. Yanıtsız</b>	<b>10</b>	<b>4.93</b>	<b>7</b>	<b>3.45</b>	
	<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>	

İlköğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ile ilgili olarak verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların yüzdesi geleneksel öğretim öncesinde %36.45, öğretim sonrasında ise %61.58' dir. Öğretim sonrasında artan bu oran, geleneksel öğretimin öğrencilerin yanıtlarına olumlu bir etki yaptığını göstermektedir. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun, hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrasında görüntü oluşumunu düzlem ayna ile açıkladıkları görülmektedir. Bu oran öğretim öncesinde %26.6 iken öğretim sonrasında %36.45' e çıkmaktadır. Öğretim öncesinde öğrenciler %26.11'i görüntü oluşumunu "Aynada kendimizi görmemiz akla gelir. Ayna karşısında herşeyin görüntüsü oluşur." şeklinde tanımlarken öğretim sonrasında bu oran %28.57' ye çıkmaktadır. Görüntüyü düzlem aynada ışınları kullanarak açıklamaya çalışan öğrenciler öğretim sonrasında %3.94' lük orana sahipken, öğretim öncesinde bu tür açıklama yapan öğrenci yoktur. Öğrencilerin sadece %0.49' u cisim ve görüntü uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak görüntüyü açıklamaya çalışırken, öğretim sonrasında böyle çizim yapan öğrencilerin oranı %3.94 olmuştur.

Bu kategoride yer alan yanıt türlerinden bir diğeri ise görüntü oluşumunun görme olayından yararlanılarak açıklandığı durumdur. Bu kategoride öğretim öncesi öğrencilerin %9.85' i, öğretim sonrasında %23.64' ü yer almaktadır. Görüntü

oluşumunu çukur ayna ve mercekleri kullanarak açıklayan öğrenciler sadece öğretim sonrasında olup oranları %1.47' dir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranları incelendiğinde öğretim sonrasında öğrencilerin yanıt yüzdelerinin azaldığı görülmektedir (%33). Bu grupta yer alan öğrencilerin %44.82' si öğretim öncesinde %23.15' i de öğretim sonrasında sezgisel yanıtlar vermişlerdir. Bu kategoride özellikle öğrencilerin %13.79' u öğretimden önce %7.39'u da öğretimden sonra bir ayna üzerine bir cisim ve hemen karşısına bir cisim çizerek görüntüyü açıklamışlardır. Bu türden çizim yapan öğrenciler, günlük yaşamdaki gözlemlerini birebir kağıda yansıtarak düşüncelerini ifade etmektedirler. Herhangi bir ışın kullanmaksızın aynada oluşan görüntüyü çizmişlerdir. Öğretim sonrasında hala bu türden çizimler yapan öğrencilerin olması geleneksel öğretimin bir takım düşünceleri ve yargıları tamamen değiştirmekte yetersiz kaldığını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin % 7.39'unun öğretim öncesinde, %5.42' sinin de öğretim sonrasında televizyonu görüntü kaynağı olarak belirtmiş olmaları ilginç bir bulgudur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların diğer bir ilgi çeken kategorisi de öğrencilerin görüntü oluşumunu gölge oluşumu ile karıştırdıkları durumudur. Öğrencilerin %1.48' i öğretim öncesinde, %4.93' ü ise öğretim sonrasında görüntü oluşumunu gölge oluşumu ile karıştırmışlar. Özellikle öğretim sonrasında bu oranın artmış olması, öğretim sırasında iki ışık olayı arasındaki oluşum farklarının çok belirgin bir biçimde ortaya konmadığının bir göstergesi olabilir. Ayrıca öğrencilerin %1.48' i öğretim öncesinde, %4.93'ü de öğretim sonrasında aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunu karıştırmaktadırlar.

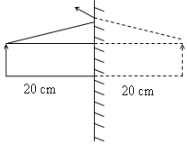
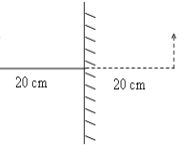
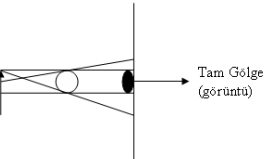
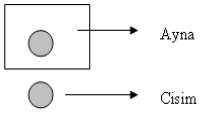
İlköğretim öğrencilerinin “görüntü nedir?” sorusuna ilişkin verdikleri yanıtlardan da görüldüğü gibi, öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilemez türden yanıt veren öğrencilerin sayısı azalsa da özellikle görüntü oluşumu ile gölge oluşumunun ve aydınlanmanın karıştırılması ve öğretim sonrasında da bu olayları karıştıran öğrencilerin oranlarının artması ilgi çekicidir.

#### 4.1.1.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası görüntü oluşumuna ilişkin düşünceleri Tablo 4.2’ de verilmektedir. Görüldüğü gibi öğretim öncesi öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranı %62.16’ dır. Bu oran öğretim sonrasında %75.68’ e yükselmektedir. Bu kategori de görüntü oluşumu; düzlem ayna ile, görme olayı ile ve çukur ayna veya merceklerle açıklanmaya çalışılmıştır. Görüntüyü “cismin düzlem aynadaki yansıması” olarak tanımlayan öğrencilerin oranı ön testte %18.92 iken, son testte %15.54’ tür. Yine görüntüyü düzlem ayna ile açıklarken ışınları kullanarak düzlem aynada görüntü oluşumunu çizen öğrenciler öğretim öncesinde %4.05 iken, öğretim sonrasında %3.38’ dir. Bu kategoride çizim yaparken cisim ve görüntü uzaklığından faydalananların sayısı ön testte %13.51, son testte %25’ tir. Görüntü oluşumunu görme olayı ile açıklayan öğrenciler ön testte %18.92’ lik bir orana sahipken son testte bu oran %11.49’ a inmiştir. Görüntü oluşumunu açıklamada çukur aynaları ve mercekleri kullananların sayısı ön testte %6.76, son testte ise %20.27’ lik bir orana yükselmiştir.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorileri incelendiğinde üç farklı yanıtlama biçimi göze çarpmaktadır. Bu kategorilerden birincisi görüntü oluşumunun aydınlanma olayı ile karıştırıldığı durumdur ve ön testte de son testte de bu türden yanıt veren öğrencilerin oranı aynıdır (%9.46). Öğrencilerin %8.11’ i ön testte, %6.76’ sı son testte gölge oluşumu ile görüntü oluşumun karıştırırken, sezgisel yanıt veren öğrencilerin oranı ön testte %14.19, son testte ise %4.06’ dır.

Tablo 4.2 “Görüntü nedir?” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Cisimlerin üzerine düşen ışın demetlerinin gözümüze yansımaları sonucunda görüntüyü beynimizde oluştururuz.		28	18.92	17	11.49
<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> </ul>  		28	18.92	23	15.54
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> </ul>		6	4.05	5	3.38
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> </ul>		20	13.51	37	25.00
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Çukur bir ayna önünde merkezdeki bir cismin görüntüsü gerçek, aynanın önünde ve ters olur.</li> <li>Cisimlerin ışınları aynada yansıyarak ve mercekte kırılarak görüntüyü oluşturur.</li> </ul>		5	3.38	17	11.49
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cisimlerin ışınları aynada yansıyarak ve mercekte kırılarak görüntüyü oluşturur.</li> </ul>		5	3.38	13	8.78
<b>Toplam</b>		<b>92</b>	<b>62.16</b>	<b>112</b>	<b>75.68</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum</b>					
Bir ışık kaynağından çıkan ışınların bir maddeye çarpmasıyla o cismin görüntüsü oluşur.		14	9.46	14	9.46
<b>2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>					
 <p>Bir ışık kaynağından çıkan ışınlar bir cismin üzerine düşer. Cismin gerisinde oluşan cismin görüntüsüdür.</p>		12	8.11	10	6.76
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>					
Gözümüzle görebildiğimiz her şey görüntüdür.		13	8.78	3	2.03
		8	5.41	3	2.03
<b>Toplam</b>		<b>47</b>	<b>31.76</b>	<b>30</b>	<b>20.27</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>3</b>	<b>2.03</b>	<b>2</b>	<b>1.35</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>6</b>	<b>4.05</b>	<b>4</b>	<b>2.70</b>
		<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

#### 4.1.1.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

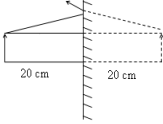
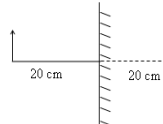
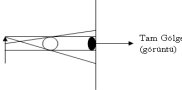
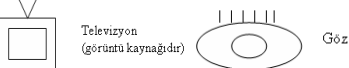
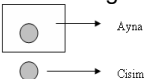
Tablo 4.3' te ilköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adayı öğrencilerinin “görüntü nedir?” sorusuna verdikleri yanıtların karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 4.3 incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilebilir üç farklı yanıt kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Ön testte ilköğretim öğrencilerinin % 9.85' i görüntü oluşumunu görme olayı ile açıklarken sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %18.92' si benzer biçimde açıklamalar yapmışlardır. Son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %23.64' ü bu türden yanıtlar verirken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin sadece %11.49' u bu kategoriye girmektedir. Öğretim öncesinde ilköğretim öğrencilerinin %26.11' i, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %18.92' si, öğretim sonrasında ise ilköğretim öğrencilerinin %28.57' si ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %15.54' ü görüntü oluşumu için “bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır” şeklinde açıklama getirmişlerdir. Görüntü oluşumunu düzlem ayna ile açıklayan sınıf öğretmenliği öğrencilerinden %4.05' i düzlem aynada görüntünün oluşumunu ışınlarla birlikte eksiksiz olarak çizerken ilköğretim öğrencilerinden ön testte bu türden yanıt veren öğrenci yoktur. Son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %3.94' ü, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %3.38' i bu türden yanıt vermişlerdir. Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ön testte %13.51' i, son testte ise %25' i düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdikleri şekillerde sadece görüntü ve cismin simetrik olma özelliğinden faydalanırken, ilköğretim öğrencilerinin ön testte %0.49' u ve son testte de %3.94' ünün benzer şekilde gelen ve yansıyan ışınları çizme gereği duymadıkları görülmüştür.

Tablo 4.3 “Görüntü nedir?” sorusu ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlk Öğrt. N (%)	Sınıf Öğrt. N (%)	İlk Öğrt. N (%)	Sınıf Öğrt. N (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>				
•(S. Ö) Cisimlerden yansıyan ışığın göze gelip oradan beyni uyarması ile algıladığımız şeye görüntü denir. •(İ. Ö) Cisimlerin üzerine düşen ışın demetlerinin gözümüze yansması sonucunda görüntüyü beynimizde oluştururuz.	20 (9.85)	28 (18.92)	48 (23.64)	17 (11.49)

Tablo 4.3' ün devamı...

<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• (S.Ö) Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> <li>• (İ.Ö) Aynada kendimizi görmemiz akla gelir. Ayna karşısında herşeyin görüntüsü oluşur.</li> </ul>   <p style="text-align: center;">(S.Ö) <span style="margin-left: 150px;">(İ.Ö)</span></p>	53 (26.11)	28 (18.92)	58 (28.57)	23 (15.54)
	0	6 (4.05)	8 (3.94)	5 (3.38)
	1 (0.49)	20 (13.51)	8 (3.94)	37 (25.00)
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çukur bir ayna önünde odak ile tepe noktası arasındaki cismin görüntüsü sanal, aynanın arkasında, düz ve cisimden büyük olur.</li> <li>• Cisimlerin ışınlarının ayna ile yansıması, mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur.</li> </ul>	0	5 (3.38)	2 (0.98)	17 (11.49)
	0	5 (3.38)	1 (0.49)	13 (8.78)
<b>Toplam</b>	<b>74 (36.45)</b>	<b>92 (62.16)</b>	<b>125 (61.58)</b>	<b>112 (75.68)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• (S. Ö) Bir ışık kaynağından çıkan ışınların bir maddeye çarpmasıyla o cismin görüntüsü oluşur.</li> <li>• (İ.Ö) Bir nesnenin ışınlarının ekran ayna gibi yüzeylere çarparak oluşturdukları ışın demetine görüntü denir.</li> </ul>	3 1.48	14 (9.46)	10 (4.93)	14 (9.46)
<b>2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>				
 <p style="text-align: center;">(S.Ö) <span style="margin-left: 150px;">(İ.Ö)</span></p>	3 (1.48)	12 (8.11)	10 (4.93)	10 (6.76)
<p>Bir ışık kaynağından çıkan ışınların bir cismin üzerine düşerek gölge yöntemi ile bir şekil oluşturmasıdır. (İ.Ö)</p>				
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>				
 <p>Televizyon (görüntü kaynağıdır) Göz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Her yere ağaçlar dikerek manzaralar yaparak görüntüyü oluşturabiliriz. Manzara gibi bir şeyi görmeye görüntü denir.</li> <li>• Gözlerimizle birşeyi algılayarak görüntüsünü görmemizdir.</li> <li>• Bir cismin ya da maddenin kendisidir. Her cismin ve canlının görüntüsü vardır.</li> </ul>  <p>Ayna Cisim</p>	15 (7.39)	0	11 (5.42)	0
	3 (1.48)	0	3 (1.48)	0
	31 (15.27)	13 (8.78)	16 (7.88)	3 (2.03)
	14 (6.89)	0	2 (0.98)	0
	28 (13.79)	8 (5.41)	15 (7.39)	3 (2.03)
<b>Toplam</b>	<b>112 (55.17)</b>	<b>47 (31.76)</b>	<b>67 (33.00)</b>	<b>30 (20.27)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	<b>7 (3.45)</b>	<b>3 (2.03)</b>	<b>4 (1.97)</b>	<b>2 (1.35)</b>
<b>D. Yanıtsız</b>	<b>10 (4.93)</b>	<b>6 (4.05)</b>	<b>7 (3.45)</b>	<b>4 (2.70)</b>
	<b>203</b>	<b>148</b>	<b>203</b>	<b>148</b>



Öğretim öncesinde sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %6.76 'sı görüntü oluşumunu çukur aynada görüntü ve merceklerle açıklarken ilköğretim öğrencilerinden bu türden yanıt veren çıkmamıştır. Öğretim sonrasında benzer yanıtları veren öğrencilerin %20.27' si sınıf öğretmenliğinden, %1.47' si ise ilköğretim öğrencilerindedir. Bu kategoride ilköğretim öğrencilerinin oldukça az olmasının nedeni çukur ayna (benzer şekilde tümsek ayna da) ve mercekler konularının ilköğretimde sınırlı olması ve bunlarla ilgili görüntü çizimlerinin yapılmaması olabilir.

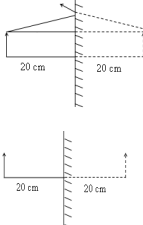
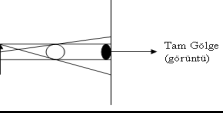
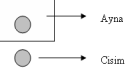
Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar üç ana kategori altında toplanmaktadır. Ön testte ilköğretim öğrencilerinin %1.48' i, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %9.46' sı, son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %4.93' ü ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %9.46' sı "Bir nesnenin ışınlarının ekran ayna gibi yüzeylere çarparak oluşturdukları ışın demetine görüntü denir." şeklinde açıklama yapmışlar ve bu ifadelerinde aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunu karıştırdıkları görülmektedir. Bu yanılgıya sahip öğrencilerin sayısının ilköğretim öğrencilerinde öğretim sonrasında artması ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinde de oranın değişmemesi sonucundan giderek, geleneksel öğretimin kavramsal anlamaya olumlu bir etkisi olmadığı söylenebilir. Benzer bir durumda bir sonraki kategori olan ve öğrencilerin görüntü oluşumu ile gölge oluşumunu birbirine karıştırdıkları kategoride görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin ön testte %1.48' i, son testte %4.93' ü ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ön testte %8.11' i, son testte ise %6.76' sı açıkça görüntü oluşumu ile gölge oluşumunu karıştırmaktadırlar.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların son kategorisine bakıldığında, ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesinde %44.82' sinin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %14.19' unun; öğretim sonrasında ise ilköğretim öğrencilerinin %23.15' inin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %4.06' sının sezgisel türden yanıtlar verdikleri ortaya çıkmıştır. Bu kategoride, öğretim öncesinde ilköğretim öğrencilerinin %13.79' u, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %5.41' i, öğretim sonrasında ise ilköğretim öğrencilerinin %7.39' u, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %2.03' ü bir cisim ve karşısına üzerinde cismin gösterildiği bir ayna çizerek yansıma ile ilgili hiçbir bilimsel açıklamada bulunmamışlar, tamamen günlük deneyim ve gözlemlerinden edindikleri izlenimlerle yanıt vermişlerdir.

#### 4.1.1.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Lise son sınıf öğrencilerinin “görüntü nedir?” sorusu ile ilgili olarak ön test ve son testte verdikleri yanıtların kategorileri ve bu kategorilere ait öğrenci sayısı ve yüzdeleri Tablo 4.4’ de görülmektedir.

Tablo 4.4 “Görüntü nedir?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>		N	%	N	%
Görüntü ışık ışınlarının madde dediğimiz karanlık cisimlere çarptığında onu belli bir şekilde aydınlatıp, bizim bunu biyolojik olarak algılamamızdır.		45	30.61	47	31.97
<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> </ul> 		15	10.20	14	9.52
		5	3.40	37	25.18
		20	13.60	0	0
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Çukur bir aynada merkezdeki bir cismin görüntüsü yine merkezde oluşur.</li> <li>Cisimlerin ışınlarının mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur.</li> </ul>		1	0.68	5	3.40
		2	1.36	4	2.72
<b>Toplam</b>		<b>88</b>	<b>59.86</b>	<b>107</b>	<b>72.79</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum</b>					
Bir ışık kaynağının karanlık bir ortamı veya cismi aydınlatmasına görüntü denir.		19	12.93	12	8.16
<b>2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>					
		17	11.57	19	12.93
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>					
		8	5.44	0	0
<b>Toplam</b>		<b>44</b>	<b>29.94</b>	<b>31</b>	<b>21.09</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>5</b>	<b>3.40</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>10</b>	<b>6.80</b>	<b>8</b>	<b>5.44</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Tablo 4.4' den de görüldüğü gibi lise öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranı öğretim öncesinde %59.86 iken öğretimden sonra %72.79' a yükselmiştir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar üç ayrı kategori altında toplanmıştır. Bunlardan, görüntü oluşumunu görme ile açıklayan öğrencilerin oranı, öğretim öncesinde %30.61 iken öğretim sonrasında %31.97' dir. Görüntü oluşumunu düzlem ayna ile açıklayan öğrencilerden %10.20' si öğretim öncesinde, %9.52' si öğretimden sonra görüntü oluşumu için "bir cismin düzlem aynada oluşan yansıması" ifadesini kullanmışlardır. Öğrencilerin %3.40' ı ön testte düzlem aynada görüntü oluşumunu ışınları kullanarak ve tam doğru çizerken, öğretimden sonra bu oran %25.18' e yükselmiştir. Öğretim öncesinde, ışınları kullanmaksızın sadece görüntü ve cismin aynaya olan uzaklıklarının eşit olmasından faydalanarak çizim yapan %13.60 oranında öğrenci varken, öğretimden sonra bu türden yanıt veren öğrenci görülmemiştir. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların ön testte %2.04' ünü son testte ise %6.12' sini, görüntü oluşumunu açıklamada çukur ayna ve mercekleri kullanan öğrenciler oluşturmaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar üç ana kategoriden oluşmaktadır. Öğrencilerin ön testte %12.93' ü, son testte %8.16' sı aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunu karıştırmaktadırlar. Gölge olayı ile görüntü oluşumunu karıştıran öğrencilerin %11.57' si öğretim öncesi, %12.93' ü ise öğretim sonrasında bu türden yanıt vermişlerdir. Son olarak, sezgisel yanıt veren öğrenciler öğretim öncesinde %5.44' lük bir orana sahipken öğretim sonrasında bu türden yanıt veren öğrenci çıkmamıştır.

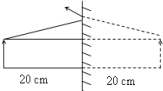
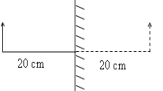
Genel olarak lise son sınıf öğrencilerinin bu soruya ilişkin yanıtlarına bakıldığında geleneksel öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranlarının arttığı görülmektedir. Özellikle görüntü oluşumu olayını düzlem ayna ile açıklayan öğrenciler, öğretim sonrasında düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin yansıma kanunlarını kullanarak çizim yapma yolunu daha çok seçmişlerdir. Diğer taraftan bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında, görüntü oluşumunu aydınlanma olayı ile karıştıran öğrencilerin oranı öğretim sonrasında bir miktar azalırken, gölge olayı ile görüntü oluşumunu karıştıran öğrencilerin oranı ise artmıştır. Bu durum, yapılan öğretimin öğrencilerin ön bilgilerini göz önüne almaksızın şekillendiği sonucunu ortaya

koymaktadır. Dolayısıyla geleneksel öğretim sürecinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede etkisinin az olduğu söylenebilir.

#### 4.1.1.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Araştırmanın örnekleminde yer alan son öğrenci grubu olan fizik öğretmenliği adaylarının “görüntü nedir?” sorusuna ilişkin verdikleri yanıtların türleri Tablo 4.5’ te görülmektedir.

Tablo 4.5 “Görüntü nedir?” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Cisimlerden yansıyan ışınların gözümüze gelip korneada kırılarak retinada görüntüyü oluşturmasıdır.		6	16.67	6	16.67
<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bir cismin düzlem ayna gibi yansıtıcı bir yüzeyde görüntüsünün oluşmasıdır.</li> </ul>		9	25	12	33.33
		2	5.56	6	16.67
		16	44.44	9	25
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>					
Çukur bir aynada merkezdeki bir cismin görüntüsü yine merkezde oluşur.		3	8.33	2	5.56
<b>Toplam</b>		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>97.23</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>					
Bir ışık kaynağının önünde engel (saydam olmayan cisim) varsa ekran üzerinde cismin görüntüsü oluşur.		0	0	1	2.77
<b>Toplam</b>		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Tablo 4.5’ te de görüldüğü gibi fizik öğretmenliği öğrencilerinin hepsi ön testte bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Özellikle görüntü oluşumunu düzlem aynada görüntü ile açıklayan öğrencilerin oranı hem ön testte hem de son testte

aynıdır (%75). Ancak bu kategoride öğretimden önce öğrencilerin %44.44' ü düzlem aynada görüntüyü cisim ve görüntü uzaklıklarına dayanarak çizerlerken öğretim sonrasında bu oran azalarak %25' e düşmektedir. Bununla birlikte yansıma kanunlarını kullanarak çizim yapan öğrencilerin oranı öğretim sonrasında %5.56' dan %16.67' ye yükselmiş ve görüntüyü düzlem aynadaki yansıma olarak tanımlayan öğrencilerin oranı da %33.33' e yükselmiştir.

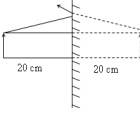
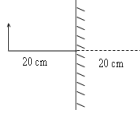
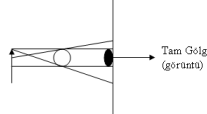
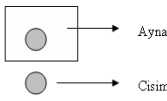
Öğretim sonrasında yapılan uygulamada ise, öğrencilerden sadece %2.77' sinin gölge oluşumu ile görüntü oluşumunu birbirleriyle karıştırdıkları görülmektedir. Öğretimden sonra ortaya çıkan bu sonuç, bu fikri benimseyen öğrencilerin oranı az da olsa öğretim sürecinin kavram yanılgıları doğurabileceğini ortaya koymaktadır.

#### **4.1.1.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Lise son sınıf öğrencileri ile onların öğretmeni olmaya hazırlanan fizik öğretmenliği adaylarının “görüntü nedir?” sorusuna ilişkin olarak verdikleri yanıtların karşılaştırmalı olarak Tablo 4.6' da verilmiştir.

Tablo 4.6' ya genel olarak bakıldığında lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmen adayı öğrencilerin hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarında aynı türden cevaplar verdikleri görülmektedir. Ön testte lise öğrencilerinin %30.61' i fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %16.67' si görme olayını kullanarak açıklamalar yaparken, öğretim sonrasında lise öğrencilerinin %31.97' si fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %16.67' si aynı türden yanıt vermişlerdir. Görüntü oluşumunu açıklamada düzlem aynayı kullanan öğrencilerin oranı öğretim sonrasında lise öğrencilerinde %10.20' den %9.52' ye çıkarken, fizik öğretmenliği öğrencilerinde %25' ten %33.33' e çıkmıştır.

Tablo 4.6 “Görüntü nedir?” sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Görüntü oluşumunun görme olayı ile açıklandığı durum</b>				
(L.Ö) Görüntü ışık ışınlarının madde dediğimiz karanlık cisimlere çarptığında onu belli bir şekilde aydınlatıp, bizim bunu biyolojik olarak algılamamızdır. (F.Ö) Cisimlerden yansıyan ışınların gözümüze gelip korneada kırılarak retinada görüntüyü oluşturmasıdır.	45 (30.61)	6 (16.67)	47 (31.97)	6 (16.67)
<b>2. Görüntü oluşumunun düzlem ayna ile açıklandığı durum</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• (L.Ö) Bir cismin düzlem aynadaki yansımasıdır.</li> <li>• (F.Ö) Bir cismin düzlem ayna gibi yansıtıcı bir yüzeyde görüntüsünün oluşmasıdır</li> </ul>	15 (10.20)	9 (25)	14 (9.52)	12 (33.33)
	5 (3.40)	2 (5.56)	37 (25.18)	6 (16.67)
	20 (13.60)	16 (44.44)	0	9 (25.00)
<b>3. Görüntü oluşumunun çukur ayna veya merceklerle açıklandığı durumlar</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çukur bir aynada merkezdeki bir cismin görüntüsü yine merkezde oluşur.</li> <li>• Cisimlerin ışınlarının ayna ile yansıması, mercek ile kırılmaları görüntü oluşumudur.</li> </ul>	1 (0.68)	3 (8.33)	5 (3.40)	2 (5.56)
	2 (1.36)	0	4 (2.72)	0
<b>Toplam</b>	<b>88 (59.86)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>107 (72.79)</b>	<b>35 (97.23)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırıldığı durum</b>				
Bir ışık kaynağının karanlık bir ortamı veya cismi aydınlatmasına görüntü denir.	19 (12.93)	0	12 (8.16)	0
<b>2. Görüntü oluşumunun gölge olayı ile karıştırıldığı durum</b>				
 <p>(L.Ö.)</p>	17 (11.57)	0	19 (12.93)	1 (2.77)
Bir ışık kaynağının önünde engel (saydam olmayan cisim) varsa ekran üzerinde cismin görüntüsü oluşur. (F.Ö)				
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>				
	8 (5.44)	0	0	0
<b>Toplam</b>	<b>44 (29.94)</b>	<b>0</b>	<b>31 (21.09)</b>	<b>1 (2.77)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>				
	5 (3.40)	0	1 (0.68)	0
<b>D. Yanıtsız</b>				
	10 (6.80)	0	8 (5.44)	0
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

Her iki grupta yer alan öğrencilerin büyük bir çoğunluğu öğretim öncesinde yaptıkları düzlem aynada görüntü oluşumu çizimlerinde, ışınları kullanmaksızın görüntü ve cisim uzaklıklarının eşitliğinden faydalanmışlar ancak öğretim sonrasında bu türden açıklama yapmayı seçen öğrencilerin oranı azalmıştır. Bu sonuç daha fazla öğretmen adayına ulaşılabildiği takdirde benzer yanılgıların ortaya çıkabileceği sonucunu akla getirmektedir.

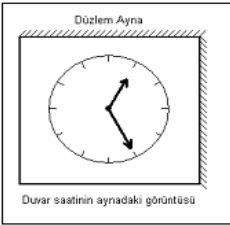
#### 4.1.2 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular

Lise son sınıf, fizik öğretmenliği üçüncü sınıf ve sınıf öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerine uygulanan testlerde yer alan ve düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili bu soru ilköğretim beşinci sınıf öğrencileri ile ortaktır. Sadece ilköğretim öğrencilerinin anlamalarını kolaylaştırmak için uygun bir düzenleme yapılmış ve ilköğretim öğrencilerinin daha kolay okuyabilmeleri için saat basitleştirilerek (1' e çeyrek var şeklinde) Şekil 4.2' de verilmiştir.

**Soru 2. Saat kaç?**  
Ali ve babası evlerine yeni bir duvar saati almak için saatçi dükkanına gitmişler. Dükkanın bir duvarı kocaman saatlerle dolu iken bir duvarı da boydan boya ayna kaplıymış. Ali'nin gözü bir ara duvardaki bir saatin aynadaki görüntüsüne takılmış. Şaşırarak kolundaki saate bakmış.  
Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.


---

Düzlem Ayna



Duvar saatinin aynadaki görüntüsü

Düzlem Ayna



Duvar saatinin aynadaki görüntüsü

Yanda, Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kol saatinin kaç olduğunu bulabilir misiniz?  
**Ali'nin saati:.....**  
Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

Şekil 4.2 Düzlem aynada görüntü ile ilgili soru

#### 4.1.2.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.7’ de ilköğretim öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan testlerinin analiz edilmesiyle elde edilen yanıt kategorileri, öğrenci sayıları ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 4.7 “Saat kaç?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(11:15) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Örneğin; aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.		13	6.40	30	14.78
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(11:15) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.		35	17.25	63	31.03
<b>Toplam</b>		<b>48</b>	<b>23.65</b>	<b>93</b>	<b>45.81</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Küresel (çukur ve tümsek) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar</b>					
• (19:15): Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir.		16	7.88	21	10.35
• (19:15): Ayna çukur ayna olabilir. Bu nedenle ters bir görüntü oluşmuştur.		0	0	5	2.46
• (13:45): Aynalar tümsek ayna oldukları için büyük göstermiştir.		1	0.49	0	0
• (11:15): Aynalar tümsek ayna olduğu için ters göstermiştir.		0	0	1	0.49
<b>2. Akrep ve yelkovanın bir tanesinin görüntüsünün düşünüldüğü veya birbirlerine göre simetriğinin alındığı durumlar</b>					
• (13:15) Saatin görüntüsü aynaya ters yansıdığı için Ali şaşırmıştır.		0	0	20	9.85
• (22:15, 9:05) Düzlem aynada saat ters görünmüştür.		15	7.39	15	7.39
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>					
(12:45) • Ali duvar saatinin görüntüsüne kendi saatiyle fark olup olmadığını anlamak için bakmıştır. Yanıtı şekilden buluruz. • Ali kendi saati ve duvardaki saat farklı olduğu için şaşırmıştır. • Ayna yamuk olduğu için ters görünüyor. • Saat yanlış olduğu için şaşırmıştır		73	35.96	24	11.83
		21	10.35		
		3	1.48	1	0.49
		5	2.46	0	0
<b>Toplam</b>		<b>134</b>	<b>66.01</b>	<b>87</b>	<b>42.86</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>17</b>	<b>8.37</b>	<b>21</b>	<b>10.34</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>4</b>	<b>1.97</b>	<b>2</b>	<b>0.99</b>
		<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>



Tablo 4.7 incelendiğinde, ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesi %23.65' inin, öğretim sonrası ise %45.81' inin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar verdikleri görülmektedir. Ancak bu oranların büyük bir çoğunluğunun kısmi yanıt kategorisine girdiği ve bunun da ön testte %17.25, son testte ise %31.03' lük bir çoğunluktan oluştuğu görülmektedir. Tam yanıt veren öğrencilerin oranı ise ön testte %6.40, son testte de %14.78' dir. Bu kategoriye genel olarak bakıldığında hem tam yanıt veren öğrencilerin yüzdesi, hem de kısmi yanıt veren öğrencilerin yüzdesi son testte artmıştır. Bu da geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumlu yönde bir etki yaptığını göstermektedir.

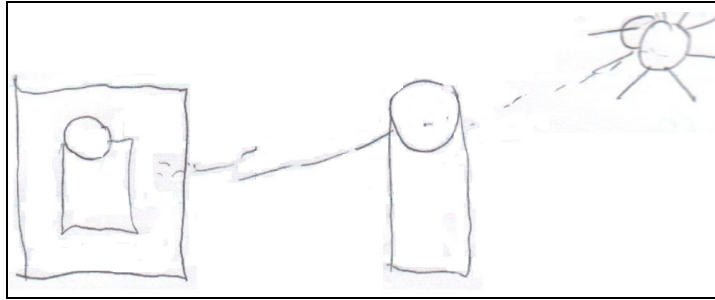
Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında da durumun genelde son test lehine olduğu görülmektedir. Ön testte öğrencilerin oranı %66.01 iken son testte bu oran, %42.86' ya düşmektedir. Ancak bu grupta yer alan üç kategori ayrı ayrı incelendiğinde bazı ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu kategoride öğrencilerin, %8.37' sinin öğretim öncesi, %13.30' unun da öğretim sonrasında küresel aynalarla düz aynaları birbirleri ile karıştırdıkları görülmektedir. Bu durum, genelde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların öğretim sonrası azalmasına rağmen yapılan öğretimin kavram yanlışlarını arttırabileceğini ortaya koymasından önemli bir sonuçtur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisi incelendiğinde ise ilköğretim öğrencilerinin saatin ters göründüğünü düşünmelerine rağmen hem ön testte hem de son testte sadece akrep ya da yelkovanın tersini alarak veya ikisinin yerlerini değiştirerek yanıt verdikleri görülmüştür. Bu türden yanıt veren öğrencilerin oranı ön testte % 7.39 iken son testte %17.24' tür. Bir önceki kategoriye benzer bir biçimde son testte bu türden yanıt veren öğrencilerin oranında bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, ilköğretim öğrencilerinin düzlem aynada görüntünün simetrik olmasını tam olarak kavrayamadıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle simetri kavramının bu yaş grubu öğrencileri için soyut bir kavram olduğu söylenebilir.

Bu grupta yer alan son kategori ise sezgisel yanıtlar denilen öğrencilerin bilgileri ile değil de daha çok sezgileri ile açıklama yaptıkları durumları içermektedir. Bu kategori incelendiğinde öğretim öncesinde öğrencilerin %50.25' inin öğretim sonrasında ise %12.32' sinin sezgisel yanıtlar verdiği ortaya çıkmaktadır. Sezgisel yanıtların öğretim sonrasında azalması beklenen bir durumdur. Çünkü öğrencilerin bu tür

yanıtlara daha çok bilgisinin yetersiz kaldığı durumlarda başvurdukları bilinmektedir [30]. Kodlanamaz yanıt veren öğrencilerin yüzdesi ön testte 8.37, son testte ise 10.34 iken yanıt vermeyen öğrenciler ön testte %1.97, son testte ise %0.99’ dur.

İlköğretim öğrencilerinin “Saat kaç?” sorusu ile ilgili ön test ve son testlerin analiz sonuçları incelendiğinde, her ne kadar geleneksel öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarında bir azalma olsa da bir takım kavram yanılgıları devam etmiş hatta bazıları artış göstermiştir. Ancak yine de herhangi bir özel kavramsal değişim stratejisini içermiyor olsa da bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlardaki artış geleneksel öğretimin düşük oranda dahi olsa başarılı sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte ilköğretim 5. sınıf öğrencileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin fikirleri ile ilgili daha detaylı bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Aşağıda böyle bir görüşmeden iki alıntı yapılmıştır. Bir düzlem aynanın yaklaşık 10 cm önüne yerleştirilen bir cismin görüntüsünü ışın diyagramı çizerek açıklamaları istemiş, sonra da görüntünün özelliklerine ilişkin sorularla görüşmeye devam edilmiştir. Öğrenci 1 tarafından çizilen ışın diyagramı Şekil 4.3’ te verilmiştir.



Şekil 4.3 Öğrenci 1’ in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 1:** Işık güneşten geliyor. Cisme çarpıp aynaya yansıyor ve aynada (görüntünün) oluşmasını sağlıyor.

**Görüşmeci:** Nasıl oluyor da bu yansıma sonucu görüntü oluşuyor?

**Öğrenci 1:** Çünkü ışık bunu yansıma sayesinde sağlıyor.

**Görüşmeci:** Oluşan bu görüntünün yeri neresidir?

**Öğrenci 1:** Aynanın üzerinde yani içerisinde. Şekilde çizdiğim gibi.

Şekil 4.3' ten ve yukarıda verilen alıntıdan da görüldüğü gibi Öğrenci 1, çizdiği şekilde yansıma kanunlarını kullanmaksızın güneşten gelen ışığın önce cisme oradan da aynaya yansıdığını belirterek görüntünün oluştuğunu söylemiştir. Yansıma olayı sonucunda görüntünün nasıl oluştuğu ile ilgili herhangi bir fikir ileri sürememiştir. Ayrıca görüntünün yerinin aynanın içerisinde olduğunu belirtmiştir. Bu durumda öğrenci aynada oluşan görüntüyü nasıl gözlemliyorsa o şekilde yanıt vermiştir. Öğrenci 1 dışında görüşme yapılan 3 ilköğretim öğrencisinden 2 tanesi de aynı biçimde görüntünün aynanın üzerinde ya da içinde oluştuğunu söylemişlerdir. Aynaya gelen ışınların eşit açı yaparak yansımaları sonucu görüntünün oluştuğunu ve bu ışınların uzantılarının kesişerek aynanın arkasında bir görüntü oluşturduğu bilimsel fikrine sahip değillerdir. Görüşmenin devamında Öğrenci 1 ile oluşan görüntünün özellikleri aşağıda verilen alıntıdaki gibi tartışılmıştır.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 1:** Cisimle aynı boyda değildir. Çünkü görüntünün boyu aynanın boyuna bağlıdır. Aynı boyda olamaz.

**Görüşmeci:** Biraz daha açıklar mısın neden böyle düşündüğünü?

**Öğrenci 1:** Aynanın boyuna bağlıdır. Daha büyük bir ayna koyduğumuzda daha büyük, küçük bir ayna koyduğumuzda küçük görürüz.

**Görüşmeci:** Cisim aynada nasıl görünüyor?

**Öğrenci 1:** Daha küçük görüyorum.

**Görüşmeci:** Hiç denedin mi bu söylediğini?

**Öğrenci 1:** Hayır ama öğretmenimiz aynaların insanları daha küçük ya da büyük gösterdiğini söylemişti.

**Görüşmeci:** Hmm...Bu görüntü ters mi düz mü?

**Öğrenci 1:** Ters

**Görüşmeci:** Nasıl yani?

**Öğrenci 1:** Sağ tarafı solda sol tarafı sağda görünüyor.

**Görüşmeci:** Sanal mı gerçek mi görüntü?

**Öğrenci 1:** Sanal

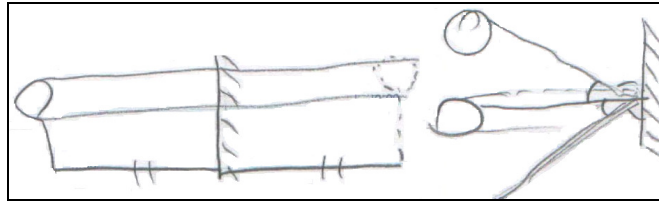
**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 1:** Cismin heryerini göstermiyor. Sadece aynaya bakan kısmını gösteriyor. O yüzden sanal...

**Görüşmeci:** Peki gerçek görüntü olsaydı...?

**Öğrenci 1:** Tamamen hepsini gösterirdi. Her yerini görürdük.

Burada Öğrenci 1, cisimle görüntünün aynı boyda görülemeyeceğini iddia etmektedir ve aynadaki görüntünün küçük olduğunu söylemiştir. Öğrenci aynanın boyu büyükse cismin daha büyük, küçükse daha küçük görüneceğini düşünmektedir. Bu düşüncesinin nedenini de öğretmenlerinin derste söylediği bir söz olduğunu açıklamıştır. Öğrenci 1 düzlem aynanın görüntüyü soldan sağa ya da sağdan sola çevirdiğini bilmektedir. Ancak oluşan görüntünün tamamen gözlenmediği için sanal olduğunu düşünmektedir. Eğer cismin tamamı görünüyorsa ancak gerçek bir görüntü olacağını belirtmiştir. Öğrenci 1 ile yapılan görüşme öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumunu tam olarak kavrayamadıklarını, ayrıca görüntünün yeri ve sanal ya da gerçek olması ile ilgili de bilimsel olarak doğru olmayan fikirlere sahip olduklarını göstermektedir. Şekil 4.4 ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinden başka bir öğrencinin görüntü oluşumuna ilişkin çizimlerini içermektedir.



Şekil 4.4 Öğrenci 4'ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

Bu öğrencinin yaptığı çizimde dikkat edilmesi gereken nokta, öğrencinin görüntünün yerini bilerek herhangi bir ışın kullanmadan görüntüyü çizmesidir. Öğrenciden daha sonra ışınları kullanarak görüntü oluşumunu çizmesi istendiğinde başarılı bir sonuç elde edilememiştir. Bu da, öğrencinin ışınları kullanmadan ezberle bir iş yaptığını göstermektedir. Aşağıda bu çizime ilişkin görüşme verileri yer almaktadır.

**Görüşmeci:** Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor açıklar mısın?

**Öğrenci 4:** Yansıma olur. Yansıma düzdür ve simetriktir. Cismin ve görüntünün aynaya olan uzaklıkları eşittir.

**Görüşmeci:** Şekil çizerek bana bunu doğrulayabilir misin?

**Öğrenci 4:** (*Çizim yapar.*) Cisim burada ayna da burada olsun. Uzaklıklar aynıdır ve görüntünün boyu cismin boyuna eşit ve düzdür.

**Görüşmeci:** Neden nokta nokta çizdin görüntüyü?

**Öğrenci 4:** Aynanın arkasında olduğu için...

**Görüşmeci:** Nasıl oluyor peki bu aynanın arkasında?

**Öğrenci 4:** Bu uzaklıklar eşit dedim yaa...

**Görüşmeci:** Biraz açıklayabilir misin?

**Öğrenci 4:** Yani aynanın içinde bu görüntü. Burdan (*aynanın karşısından*) baktığımızda görüyoruz. Aslında aynanın arkasında yansıma olmuyor. Ama arkasındadır görüntünün yeri.

**Görüşmeci:** Neredir peki elinle gösterebilir misin bu görüntünün yerini?

**Öğrenci 4:** (*Elini aynanın arkasında hareket ettirir.*) Şuralarda bir yerlerde.

**Görüşmeci:** Şu anda orda yok ama yine de aynada görüyoruz diyorsun.

**Öğrenci 4:** Evet

**Görüşmeci:** Görüntüyü ışınları kullanarak çizebilir misin?

**Öğrenci 4:** (*Çizer.*) Bu ışın gider ve aynadan yansır.

**Görüşmeci:** Görüntüyü nasıl oluşturur bu çizdiğin ışınlar?

**Öğrenci 4:** Aynanın özelliği o bence. Yansımada ışınlar arkaya geçemiyor ama bu uzaklıklar eşit olduğu için aynanın arkasında oluşuyor.

Öğrenci 4 görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu bilmekte ama bunun nasıl olduğunu açıklayamamaktadır. Işınları kullanarak görüntüyü yeniden çizmesi istendiğindeyse ışınların normale eşit açı yapacak şekilde yansıyacağını söylemiştir. Fakat bu ışınların görüntüyü oluşturmada nasıl bir rol oynadığı konusunda herhangi bir fikir ileri sürememiş sadece aynanın özelliğinin bir sonucu olduğunu belirtmiştir. Aşağıdaki alıntı öğrencinin sanal ve gerçek görüntü ile ilgili fikirleri hakkında ipuçları vermektedir.

**Görüşmeci:** Görüntü sanal mı gerçek midir?

**Öğrenci 4:** Gerçek değildir, simetriktir.

**Görüşmeci:** Sanal mıdır?

**Öğrenci 4:** Simetrik yani sanaldır aynı şey.

**Görüşmeci:** Öğretmeniniz mi simetrik diye söyledi sanal görüntüyü?

**Öğrenci 4:** Evet

**Görüşmeci:** Hmmm..Gerçek olsaydı nasıl görünecekti?

**Öğrenci 4:** Gerçek görüntü bir ekran üzerine düşürülebilen görüntüdür. Çukur aynalarda görebiliriz.

Alıntıda da görüldüğü gibi Öğrenci 4 gerçek görüntünün nasıl oluştuğu hakkında doğru bir kanıya sahip olmasına rağmen ısrarla “sanal” yerine “simetrik” sözcüğünü kullanmaktadır. Bunu öğretmenin bu şekilde söylediğini ifade etmiştir. Bu durum ders sırasında kullanılan dilin ne kadar önemli olduğunu ve kullanılan sözcüklerin özenle seçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Aksi takdirde gerçekten sınıf içerisinde başarılı bir konuma sahip öğrencilerin bile yanılabilceği apaçık ortadadır.

#### **4.1.2.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin “Saat kaç?” sorusuna ilişkin öğretim öncesi ve öğretim sonrası verdikleri yanıtların analizleri Tablo 4.8’de verilmektedir.

Tablo 4.8 incelendiğinde sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının ön testte %81.76 son testte ise %77.70 olduğu görülmektedir. Ancak tam yanıt ve kısmi yanıt oranlarına bakıldığında ön testte tam yanıt veren öğrencilerin oranı %41.22 iken son testte %71.62’ye çıkmaktadır. Kısmi yanıt veren öğrencilerin oranı ise ön testte %40.54 olmasına karşın son testte %6.08 oranına düşmektedir. Bu durumda, her ne kadar genel olarak bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı son testte az da olsa, geleneksel öğretim sonrası tam yanıt veren öğrencilerin oranlarının arttığı da görülmektedir.

Tablo 4.8 “Saat kaç?” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

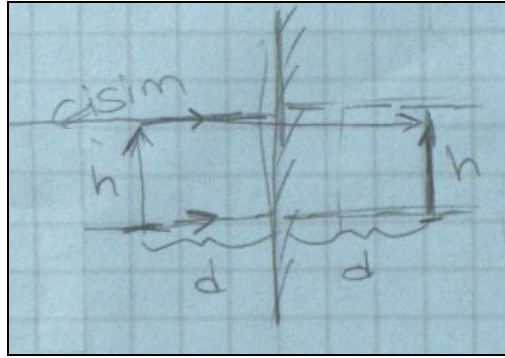
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Örneğin; aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.		61	41.22	106	71.62
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.		60	40.54	9	6.08
<b>Toplam</b>		<b>121</b>	<b>81.76</b>	<b>115</b>	<b>77.70</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Küresel (çukur ve tümsek) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar</b>					
• (18:55): Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir.		12	8.11	12	8.10
• (17:05): Görüntü aynada terstir. Akreple yelkovanın yeri değişmiştir.		8	5.41	9	6.08
<b>2. Sezgisel Yanıtlar</b>					
(13:25) • Düzlem aynada oluşan cismin görüntüsü düz, sanal ve cisimle aynı boyda olduğu için gerçeği ile aynıdır.		4	2.70	3	2.02
<b>Toplam</b>		<b>24</b>	<b>16.22</b>	<b>24</b>	<b>16.22</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4.73</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>3</b>	<b>2.02</b>	<b>2</b>	<b>1.35</b>
		<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranları incelendiğinde ise her iki testte de bunun değişmediği görülmektedir (%16.22). Bu grupta yer alan yanıtların iki ayrı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunlardan ilki küresel aynalarla düzlem aynaların karıştırıldığı durumdur. Hem ön testte hem de son testte bu türden yanıt veren öğrencilerin oranı birbirine çok yakındır. Ön testte %13.52, son testte %14.18 olan bu oran öğretim sonrası artış göstermiştir. Öğretim sonrası oranlarda azalma değil de artış olması, geleneksel öğretimin kavramsal değişimi sağlamadığını ve hatta öğretimden kaynaklanan nedenlerden dolayı da kavram yanlışlarını arttırdığı söylenebilir.

Bilimsel olmayan yanıtların içerisinde yer alan diğer kategori sezgisel yanıtların olduğu kategoridir. Sezgisel yanıtların oranları incelendiğinde, bir önceki duruma benzer bir biçimde ön test ve son test verileri arasında az bir fark olduğu ve bunun son test lehine azaldığı görülmektedir (%2.02). Ayrıca ön testlerin analizinde kodlanamaz

yanıt çıkmazken son testte bu oran %4.73, ön testte yanıt vermeyen öğrencilerin oranı %2.02 iken son testte %1.35 olmaktadır.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası fikirlerine bakıldığında çok fazla bir değişimin olmadığı, sadece tam yanıtların oranının öğretim öncesine göre arttığı görülmektedir. Bu durum, geleneksel öğretimin kavramsal değişim üzerinde fazla bir etki yaratmadığı sonucunu güçlendirmektedir. Öğrencilerle öğretim sonrasında yapılan bireysel görüşmeler sırasında sahip oldukları fikirler daha derinlemesine araştırıldığında, Tablo 4.8’ deki verilerin aslında buz dağının görünen kısmı olduğu söylenebilir. Aşağıda Öğrenci 5’ in düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği şekil ve hemen ardından da görüşme sırasında bu çizime ilişkin alıntıları verilmiştir.



Şekil 4.5 Öğrenci 5’ in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada görüntü nasıl oluşur? Buraya çizer misin?

**Öğrenci 5:** Aynanın arkasında eşit uzaklıktadır. Aynada cismin aynısı görünür.

**Görüşmeci:** Işınları da çizer misin?

**Öğrenci 5:** (Çizer) Aynaya dik çizerim. Uzantıları aynanın arkasına devam eder. Sanal olur ve görüntü soldan sağa döner.

**Görüşmeci:** Neden sanaldır?

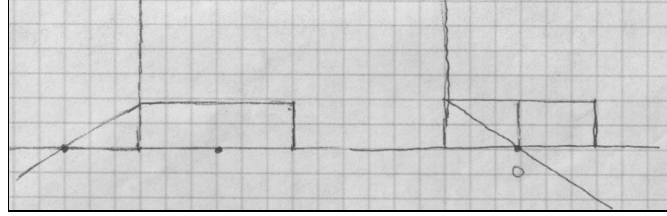
**Öğrenci 5:** Çünkü görüntü aynanın arkasında oluşmuştur.

Öğrenci 5’ in çizdiği ışın diyagramı incelendiğinde aslında ilk bakışta pek de hatalı bir durum yokmuş gibi görünebilir. Ancak şekil dikkatlice incelendiğinde cismin alt ve üst ucundan iki ışın gönderildiği ve bu ışınların uzantılarının aynanın arkasına devam



ettiği ve bu ışınların görüntüyü aynanın arkasında oluşturduğu görülmektedir. Öğrenci bu durumu yukarıda verilen görüşme alıntısında söyledikleri ile de desteklemektedir. Bu durum öğrencinin, düzlem aynada yansıma kanunlarını biliyor olsa bile çizimlerde kullanmadığını, ezbere bir şekilde sadece uzaklıkların eşit olması durumunu kullanarak çizim yaptığını ve aynaya gelen ışınların hangi kurallarla yansıyarak görüntüyü oluşturabileceğini bilmediğini ortaya koymaktadır. Görüntünün özelliklerini doğru olarak bilmesine rağmen öğretmen adayının çizim yaparken böyle bir yöntem kullanması düşündürücüdür. Görüşme yapılan öğrencilerden bir diğeri düzlem aynadaki görüntü çizimini Öğrenci 5 gibi yapmıştır ki, bu sonuç böyle bir yaklaşımla çizim yapan başka öğrencilerin de olabileceği olasılığını güçlendirmektedir.

Sınıf öğretmeni adayları ile yapılan görüşmelerden verilebilecek diğer bir örnek ise, düzlem aynada görüntü oluşumunun merkezlerle karıştırılmasına ilişkin bir görüşme kayıdır. Şekil 4.6 Öğrenci 6' nın düzlem aynada görüntü çizimlerini göstermektedir.



Şekil 4.6 Öğrenci 6' nın çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor çizerek açıklar mısın?

**Öğrenci 6:** (*Düşünür*). Hmm... Asal eksene paralel gelen ışın odaktan geçer. Bir ışın daha gönderelim hmmm... aklıma gelmiyor.

**Görüşmeci:** Peki bu aynanın odağı burası dedin. Ben bu cismi alıp farklı bir yere koyarsam görüntü de herhangi bir değişiklik olur mu?

**Öğrenci 6:** Evet.

**Görüşmeci:** Yapalım o zaman. Bir fark görebildin mi?

**Öğrenci 6:** Hayır birşey değişmedi. Boyutu, şekli aynı yaklaştırsak da uzaklaştırsak da değişmiyor.

**Görüşmeci:** O zaman bu çizimde mi problem var, ne dersin?

**Öğrenci 6:** (*Düşünür*) Bilemiyorum...

Öğrenci 6, ilk yaptığı çizimde asal eksene paralel bir ışın göndermiş ve bunu odak olarak belirlediği aynanın arkasındaki bir noktadan geçirmiştir. Özel ışınları kullanarak görüntüyü çizmeye çalışmıştır. Ancak başka bir özel ışın aklına gelmediği için çizimini tamamlayamamıştır. Burada öğrenci düzlem aynada görüntü oluşumu ile ince kenarlı mercekte görüntü oluşumunu karıştırmaktadır. Bunun bir başka kanıtı da tıpkı merceklerde olduğu gibi cismin yeri değiştikçe görüntüsünün de değişeceği fikrine sahip olmasıdır. Ancak bunu deneyip olmadığını görünce kafası karışmıştır. Görüşme aşağıdaki şekilde görüntünün yeri ve özellikleri üzerine devam etmektedir.

**Görüşmeci:** Senin çizimine göre sence görüntü doğru yerde mi?

**Öğrenci 6:** Hayır.

**Görüşmeci:** Nerede olmalıydı?

**Öğrenci 6:** Aynanın önünde olmalıydı.

**Görüşmeci:** Yeniden başka bir yere çizer misin?

**Öğrenci 6:** (İkinci şekli çizer.) Burada aynanın önünde oluşur.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 6:** Gerçek, düz ve cisimle aynı boydadır.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 6:** Aynanın önünde olduğu için gerçektir.

Çizdiği ikinci şekilde görüntünün aynanın önünde oluşması gerektiğini düşündüğü için ona uygun bir biçimde çizim yapmıştır. Ancak burada da ikinci bir ışın çizemediği için görüntüyü oluşturamamıştır. Birinci çizdiği şekle benzer biçimde burada da görüntüyü çizerken ince kenarlı mercekte olduğu gibi çizmiştir. Görüşme yapılan öğrencilerden başka bir tanesi de çizim yaparken ışınları tıpkı merceklerde olduğu gibi kırarak görüntüyü çizmiştir. Bu durum öğrencilerin merceklerde görüntü oluşumu ile düzlem aynada görüntü oluşumunu karıştırdıklarını ve hatta yansıma ve kırılma olaylarının nasıl olduğunu ve bunların sonuçlarını yarumlayamadıklarını ortaya koymaktadır. Öğrenci 6 ayrıca oluşan görüntünün gerçek bir görüntü olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncesine dayanak olarak da görüntünün aynanın önünde oluşmasını göstermektedir.

Bundan sonraki kısımda sınıf öğretmenliği ve ilköğretim öğrencilerinin ön test ve son testleri karşılaştırılarak görüşmelerden elde edilen veriler karşılaştırılmalı olarak sunulacaktır.

#### **4.1.2.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Sınıf öğretmenliği öğrencileri ve ilköğretim öğrencilerinin “Saat kaç?” sorusu ile ilgili hem ön test hem de son test verileri Tablo 4.9 ‘da karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Tablo 4.9 genel olarak incelendiğinde her iki öğrenci grubunun da aynı türden yanıtlar verdikleri görülmektedir. Bununla birlikte yanıtların çeşitliliğine bakıldığında, ilköğretim öğrencilerinin sınıf öğretmenliği adaylarına kıyasla daha çok çeşitli yanıt verdikleri de söylenebilir. Ancak genelde her iki grubun da yanıtlarındaki benzerlik oranları oldukça yüksektir.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranı, ilköğretim öğrencilerinininkine göre daha yüksektir. Tablo 4.9 incelendiğinde aynı soruya ilköğretim öğrencilerinin ön testte %6.40’ ının, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %41.22’ sinin tam yanıt verdiği görülmektedir. Son test verilerine bakıldığında ise ilköğretim öğrencilerinin %14.78’ i, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %71.62’ si tam yanıt vermişlerdir. Hem ilköğretim öğrencilerinin hem de sınıf öğretmenliği öğrencilerinin öğretim sonrası tam yanıt verme oranlarının arttığı ortaya çıkmaktadır. Kısmi yanıt veren öğrencilerin dağılımlarına bakıldığında ise, ilköğretim öğrencilerinin ön testte %17.25’ inin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %40.54’ ünün, son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %31.03’ ünün, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %6.08’ inin saatin aynadaki görüntüsünün ters olduğunu bildikleri ancak bunun nasıl olduğunu açıklayamadıkları görülmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında, kısmi yanıtların oranı sınıf öğretmenliği öğrencilerinde öğretim sonrası azalırken, ilköğretim öğrencilerinde artmaktadır. Bu da düzlem aynadaki sağ-sol tersinmesini ilköğretim öğrencilerinin tam olarak özümseyemediklerini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.9 “Saat kaç?” sorusuna ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
(11:15, 11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.	13 (6.40)	61 (41.22)	30 (14.78)	106 (71.62)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
(11:15, 11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.	35 (17.25)	60 (40.54)	63 (31.03)	9 (6.08)
<b>Toplam</b>	<b>48 (23.65)</b>	<b>121 (81.76)</b>	<b>93 (45.81)</b>	<b>115 (77.70)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Küresel (Çukur ve Tümsek) Aynalar ile Düzlem Aynaların Karıştırıldığı Durumlar</b>				
(19:15, 18:55): • Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir. • (19:15): Ayna çukur ayna olabilir. Bu nedenle ters bir görüntü oluşmuştur. • (17:05): Görüntü aynada terstir. Akreple yelkovanın yeri değişmiştir. • (11:15): Aynalar tümsek ayna olduğu için ters göstermiştir. • (13:45): Aynalar tümsek ayna olduğu için büyük göstermiştir.	16 (7.88) 0 0 0 1 (0.49)	12 (8.11) 0 8 (5.41) 0 0	21 (10.35) 5 (2.46) 0 1 (0.49) 0	12 (8.10) 0 9 (6.08) 0 0
<b>2. Akrep ve Yelkovanın Bir Tanesinin Görüntüsünün Düşünüldüğü Veya Birbirlerine Göre Simetriğinin Alındığı Durumlar</b>				
• (13:15):Saatin görüntüsü aynaya ters yansıdığı için Ali şaşırmıştır. • (22:15, 9:05) Düzlem aynada saat ters görünmüştür.	0 15 (7.18)	0 0	20 (9.85) 15 (7.39)	0 0
<b>3. Sezgisel Yanıtlar</b>				
(12:45) • Ali duvar saatinin görüntüsüne kendi saatiyle fark olup olmadığını anlamak için bakmıştır. Yanıtı şekilden buluruz. (13:25) • Düzlem aynada oluşan cismin görüntüsü düz, sanal ve cisimle aynı boyda olduğu için gerçeği ile aynıdır. • Ayna yamuk olduğu için ters görünüyor. • Saat yanlış olduğu için şaşırmıştır	73 (35.96) 0 3 (1.48) 5 (2.46)	0 4 (2.70) 0 0	24 (11.83) 0 1 (0.49) 0	0 3 (2.02) 0 0
<b>Toplam</b>	<b>134 (66.01)</b>	<b>24 (16.22)</b>	<b>87 (42.86)</b>	<b>24 (16.22)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>				
	17 (8.37)	0	21 (10.34)	7 (4.73)
<b>D. Yanıtsız</b>				
	4 (1.97)	3 (2.02)	2 (0.99)	2 (1.35)
	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>

Tablo 4.9 incelendiğinde, üç ana kategorinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan birincisi öğrencilerin küresel aynalarla düz aynaları karıştırdıkları durumdur. Ön testte ilköğretim öğrencilerinin %7.88' i sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %8.11' i, son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %10.35' i, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %8.10' u görüntünün ters olduğunu belirtmişler ancak görüntünün hem soldan sağa, hem de baş aşağı döndüğü var sayılarak yanıt verdikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca son testte ilköğretim öğrencilerinin %2.46 'sı aynanın çukur ayna olabileceğini açıkça belirtmiştir. Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %5.41' i ön testte, %6.08 'i ise son testte görüntünün baş aşağı döndüğünü belirterek yine çukur aynada görüntü oluşumuna benzer bir biçimde yanıt vermiştir. Bu kategoride ilköğretim öğrencilerinin %8.37' sinin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin de %13.52' sinin öğretim öncesi, ilköğretim öğrencilerinin %13.3' ünün sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %14.18' inin öğretim öğretim sonrasında küresel aynalarla düzlem aynaları birbirleri ile karıştırdıkları görülmektedir. Bu kategorideki yanıt yüzdelerinin öğretim sonrasında her iki grupta da artış göstermesi öğretim sürecinde öğrencilerin düzlem aynalarda görüntü oluşumunu tam olarak kavrayamadıklarını göstermektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisine bakıldığında bu gruptan yanıtların sadece ilköğretim öğrencileri tarafından verildiği görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin ön testte %7.18' inin son testte ise, %17.24' ünün saatin ters göründüğünü düşünmelerine rağmen sadece akrep ya da yelkovanın tersini alarak veya ikisinin yerlerini değiştirerek yanıt verdikleri görülmüştür. Bu durumda, simetri kavramının bu yaş grubu öğrencileri tarafından anlaşılması zor bir kavram olduğu söylenebilir.

Bu grupta yer alan son kategori ise öğrencilerin daha çok sezgileriyle verdikleri yanıtlardır. Öğretim öncesi ilköğretim öğrencilerinin %50.25' i sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %2.70' i, öğretim sonrasında ise ilköğretim öğrencilerinin %12.32' si sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise sadece %2.02'si sezgisel yanıtlar vererek, aynada oluşan görüntünün gerçeği ile aynı olduğunu savunmuşlardır. Buradaki en önemli nokta ilköğretim öğrencilerinin sınıf öğretmenliği öğrencilerine oranla daha fazla sezgisel yanıt verdikleridir. Hem yaş grubunun daha küçük, hem de sınıf öğretmenliği öğrencilerine göre bilgilerinin daha sınırlı olması nedeniyle ilköğretim öğrencileri bu

türden yanıtlar verme yoluna gitmişlerdir. Ancak öğretim sonrasında ilköğretim öğrencilerinin bu türden yanıtlar verme oranlarında oldukça büyük bir azalma olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.9' a göre sınıf öğretmenliği öğrencileri ile ilköğretim öğrencilerinin benzer düşünce biçimlerine sahip oldukları söylenebilir. Bu durum görüşmelerden elde edilen sonuçlarla da desteklenmektedir. Aşağıda görüşme yapılan ilköğretim öğrencisinin düzlem aynada oluşan görüntünün özelliklerine ilişkin düşünceleri ve hemen ardından da sınıf öğretmenliği öğrencisinin aynı konu üzerine sahip olduğu fikirler verilmiştir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 2:** Görüntü olduğu gibi yansır, düzdür.

**Görüşmeci:** Görüntü sanal mı gerçek mi?

**Öğrenci 2:** Gerçek diye düşünüyorum.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 2:** Çünkü olduğu gibi görebiliyoruz.

**Görüşmeci:** Sanal olsaydı nasıl görünecekti?

**Öğrenci 2:** O zaman ters görünecekti.

**Görüşmeci:** Nasıl yani, açıklar mısın?

**Öğrenci 2:** Eğer ters ise sanaldır ama olduğu gibi düz görüyorsak gerçek görüntüdür.

Bu görüşmede Öğrenci 2 düzlem aynada oluşan görüntünün gerçek bir görüntü olduğunu belirtmiş ve sanal görüntünün ters ve cisimden farklı görüneceğini ifade etmiştir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 8:** Görüntü cisimle aynı boyda, sağı sol, solu sağ gösteriyor.

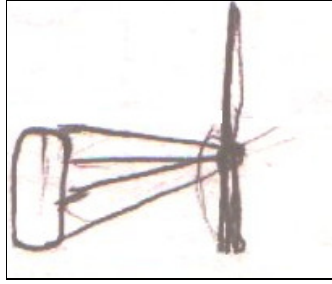
**Görüşmeci:** Görüntü sanal mı gerçek mi?

**Öğrenci 8:** Düz aynada gerçektir.

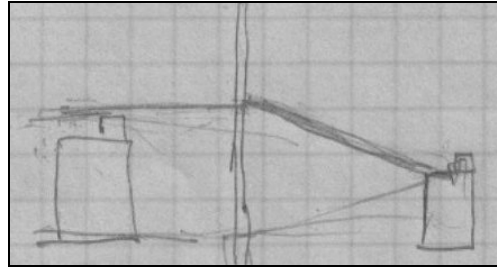
**Görüşmeci:** Gerçek görüntüyle sanal görüntüyü nasıl ayırt edebiliriz?

**Öğrenci 8:** Düz görüyorsak gerçek, ters ise sanaldır. Burada da düz olduğuna göre gerçektir.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinden olan Öğrenci 8' in düzlem aynada oluşan görüntüye ilişkin düşünceleri ilköğretim öğrencisi ile aynıdır. Her iki öğrenci de görüntünün gerçek olduğunu ve sanal görüntülerin daima ters olacağını savunmaktadırlar. İlköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ortak fikirlere sahip olduklarını gösteren benzer başka bir durum da aşağıda verilen iki alıntı ile gösterilmektedir.



Şekil 4.7a Öğrenci 3 tarafından düzlem aynada görüntü oluşumunun gösterimi



Şekil 4.7b Öğrenci 7 tarafından düzlem aynada görüntü oluşumunun gösterimi

Şekil 4.7a' da ilköğretim öğrencisinin düzlem aynada görüntü oluşumunu açıklarken çizdiği diyagram görülmektedir. Öğrenci aynayı bir mercekle düşünerek ışınların aynanın arkasında bir yerde toplandığını aşağıda verilen alıntıda da görüldüğü gibi ifade etmiştir. Ayrıca oluşan görüntünün aynanın üzerinde olduğunu belirtmektedir.

**Öğrenci 3:** Bir ayna ve cisim çizerim. Işınlar aynanın arkasında bir noktada toplanırlar.

**Görüşmeci:** Oluşan görüntünün yeri neresidir?

**Öğrenci 3:** Aynanın üzeridir.

**Görüşmeci:** Bu görüntü hangi özelliklere sahiptir?

**Öğrenci 3:** Düzdür, sanaldır.

**Görüşmeci:** Neden sanal?

**Öğrenci 3:** Gerçek görüntüde ters oluyordu galiba tam hatırlamıyorum.

Öğrenci 7 tarafından çizilen 4.7b' deki şekil aslında Öğrenci 3' ün çizdiği şekil ile benzerlik göstermektedir. Tek fark Öğrenci 7' nin aşağıda verilen alıntı da da görüldüğü gibi düzlem aynada kırılma olayının olduğunu ifade etmesidir. Bu da açıkça merceklerle düzlem aynayı birbirine karıştırdığını göstermektedir.

**Görüşmeci:** Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 7:** (Çizer) Aynadan bir ışın geçiyor...

**Görüşmeci:** Neden böyle eğik çizdin bu ışını?

**Öğrenci 7:** Kırılarak geçiyor ve ışınların kesiştiği yerde bir görüntü oluşuyor.

**Görüşmeci:** Kırılma olayı mı oluyor?

**Öğrenci 7:** Evet.

**Görüşmeci:** Oluşan bu görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 7:** Düz, simetrik ve gerçektir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 7:** Çünkü olduğu gibi gösteriyor. Görüntü değişmiyor sadece sağdan sola dönüyor.

Öğrenci 7 düzlem aynadan ışınların kırılarak geçtiğini ifade etmiştir. Öğrenci 7 düzlem aynada yansıma olayının olduğunu bilmemektedir. Ayrıca oluşan görüntünün Öğrenci 2 ve Öğrenci 8 gibi gerçek olduğunu ve bu fikrinin sebebi olarak da görüntünün cisimle aynı biçimde oluşuyor olmasını göstermiştir. Ancak daha sonrasında sanal görüntü ile ilgili olarak söylediği ifade oldukça ilginç ve üzerinde düşünülmeğe değerlidir.

**Görüşmeci:** Sanal olsaydı o zaman daha mı farklı görünürdü?

**Öğrenci 7:** Nokta nokta görünürdü.

**Görüşmeci:** Nasıl yani nokta nokta?

**Öğrenci 7:** Yani net görünmezdi.

**Görüşmeci:** Neden gerçektir peki?

**Öğrenci 7:** Cisim aynen ve olduğu gibi görüldüğü için oluşan görüntü gerçektir.

Öğrenci 7 sanal görüntü ile ilgili olarak oluşacak görüntünün *nokta nokta* görüneceğini düşünmektedir. Bu durumu açıklayabilmek için aslında “sanal” ve “gerçek” sözcüklerinin anlamına yoğunlaşmanın yerinde olacağı düşünülmektedir. Sanal sözcüğünün sözlük anlamına ve günlük konuşma dili içerisindeki yerine bakıldığında “gerçekte yeri olmayıp zihinde tasarlanan, farazi ve tahmini” durumlar için



kullanıldığı görülmektedir. Günlük dilde sanal kart, sanal ortam gibi kullanımlara da sıkça rastlanılmaktadır. Bu durum öğrencilerin zihnine, sanal şeylerin aslında görünmeyen veya olduğundan farklı görünen varlık ya da nesnelere olduğu fikrini yerleştirmektedir. Dolayısıyla düzlem aynada oluşan görüntüde de herhangi bir farklılık gözlemlenmediği için görüntünün gerçek olduğunu ifade etmektedir. Bu, pek çok öğrencinin bocaladığı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ayrıca Öğrenci 7' nin açıklamasındaki diğer bir ilginç durum da sanal görüntünün nokta nokta oluşacağı şeklindeki ifadesidir. Özellikle aynanın arkasında kalan kısımlar geometrik optikte noktalı çizgiler şeklinde çizildiğinden öğrenci sanki gerçekte de böyle bir görüntünün oluşabileceğini düşünmektedir. Bu sonuç, böyle bir gösterimin neden kullanıldığına öğretim sırasında vurgulanmadığını açıkça göstermektedir.

Gerek anket verilerinin analizi gerekse görüşmelerden elde edilen bulgular, aralarında oldukça yaş farkı olmasına rağmen ilköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının düşünce biçimlerinde paralellik olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin özellikle düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizimleri, sanal ve gerçek görüntülerin açıklanmasında kullandıkları benzer yapılar oldukça ilginç ve bir o kadar da düşündürücüdür. Çünkü öğretim sonrası sahip olunan bu düşünceler, geleneksel öğretimin aslında kavramsal anlamayı geliştirme de pek de etkili bir yöntem olmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğretmen adayı öğrencilerle mezun oldukları zaman öğretmenlik yapacakları yaş grubu arasındaki bu benzer kavramsal yanılgılar düzeltilmediği takdirde, öğretmenlik yaşamları boyunca pek çok öğrenciye de benzer yanılgıların aynen aktarılma olasılığı olduğundan daha da bir önem kazanmaktadır.

#### **4.1.2.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Tablo 4.10' da lise son sınıf öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan testlerin analiz edilmesiyle elde edilen yanıt kategorileri, öğrenci sayıları ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 4.10 “Saat kaç?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

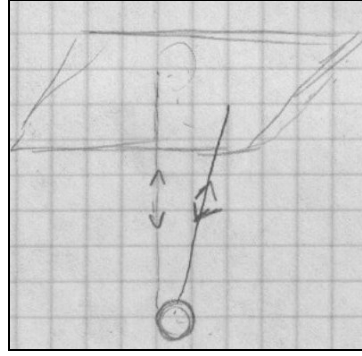
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Örneğin; aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.		95	64.63	103	70.06
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır.		18	12.24	22	14.97
<b>Toplam</b>		<b>113</b>	<b>76.87</b>	<b>125</b>	<b>85.03</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Küresel (çukur ve tümsek) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar</b>					
• (18:55): Aynada görüntü ters oluşur.		21	14.29	16	10.88
• (19:05): Görüntü terstir. Akreple yelkovanın yeri değişmiştir.		0	0	3	2.05
<b>2. Sezgisel Yanıtlar</b>					
(11:35) • Ali saati yanlış veya bozuk olduğu için şaşırmıştır		4	2.72	1	0.68
<b>Toplam</b>		<b>25</b>	<b>17.01</b>	<b>20</b>	<b>13.61</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>2</b>	<b>1.36</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>7</b>	<b>4.76</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Tablo 4.10 incelendiğinde, lise son sınıf öğrencilerinin bu soruya verdikleri yanıtların yüzdelerine bakıldığında hem ön testte hem de son testte bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu oran ön test sonunda %76.87 iken son testte %85.03’ e çıkmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara daha detaylı bakıldığında ise büyük bir oranının (ön testte %64.63, son testte %70.06) tam doğru yanıt kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Ön test ve son test yüzdeleri arasındaki fark çok büyük olmasa da son test sonuçlarının lehinedir. Dolayısıyla geleneksel öğretimin öğrencilerin anlamalarına olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara göre öğrencilerin %17.01’ i ön testte, %13.61’ i ise son testte bu türden yanıtlar vermişlerdir. Öğrencilerin %14.29’ u küresel aynalarla düzlem aynaları birbiri ile karıştırırken son testte bu oran %12.93’ tür. Sezgisel yanıtların oranlarına bakıldığında ise öğretim sonrası bu türden yanıt veren öğrencilerin oranının azaldığı görülmektedir (%0.68). Ayrıca kodlanamayan yanıtların

oranı ön testte %1.36 iken son testte %0.68' e düşmüştür. Benzer biçimde yanıtsız öğrenciler ön testte %4.76 oranına sahipken son testte %0.68' dir.

Lise son sınıf öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası fikirleri incelendiğinde olumlu yönde bir gelişim gösterdiği söylenebilir. Ancak yinede bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara sahip öğrencilerin de olması kavramsal değişimin tam anlamıyla gerçekleşmediğini göstermektedir. Görüşmelerden elde edilen veriler de bunu destekler niteliktedir. Şekil 4.8' de Öğrenci 13' ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği diyagram ve hemen ardından da görüntü çizimine ilişkin görüşme verileri görülmektedir.



Şekil 4.8 Öğrenci 13' ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 13:** (Çizer) Gelen ışın aynen geriye yansır.

**Görüşmeci:** Kendi üzerinden mi?

**Öğrenci 13:** Evet, çünkü düz ayna yansıtıcı bir aynadır.

**Görüşmeci:** Görüntünün yeri neresidir?

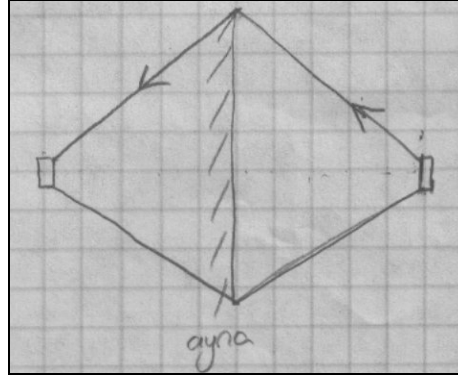
**Öğrenci 13:** Eşit uzaklıkta ve önünde oluşur.

**Görüşmeci:** Bunu şekil üzerinde gösterir misin?

**Öğrenci 13:** Yani aynanın üzerinde eşit uzaklıkta oluşur. Aynanın arkasında olma gibi bir şansı yok.

Öğrenci 13, Şekil 4.8' de de görüldüğü gibi, herhangi bir yansıma ile ilgili kurala uymaksızın tamamen gördüğü biçimde olayı resmetmeye çalışmıştır. Öğrenci tarafından

çizilen iki ışın da, ki bunlardan birinin belli bir açıyla aynaya geliyor olmasına rağmen, kendi üzerinden geriye yansımaktadır. Görüşme sırasında öğrenci bu durumu aynanın yansıtıcı bir ayna olmasına bağlamaktadır. Ayrıca görüntünün aynanın üzerinde oluşacağını, arkasındaysa kesinlikle oluşamayacağını vurgulayarak belirtmektedir. Çizimde de bu durumu açıkça çizmiştir. Şekil 4.9' de Öğrenci 12' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli görülmektedir.



Şekil 4.9 Öğrenci 12' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada görüntü oluşumunu ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 12:** (Çizer) Bu ayna ve cisim aynanın arkasında eşit uzaklıkta görüntü oluşur. arkasında eşit uzaklıkta görüntüsü oluşur.

**Görüşmeci:** Işınlar göndererek nasıl çizersin?

**Öğrenci 12:** Bu ışın şöyle gelip aynanın arkasına geçer.

**Görüşmeci:** Öyle mi?

**Öğrenci 12:** Evet. Bu da alttan gelir ve aynanın arkasına geçer.

Öğrenci 12 görüşme alıntısında ve şekilde de görüldüğü gibi öncelikle aynanın arkasında aynaya eşit uzaklıkta bir noktaya cisimi yerleştirerek görüntüyü çizmiştir. Ancak daha sonra, görüşmeci tarafından ışınları kullanarak çizim yapması istenince cismin alt ucundan ve üst ucundan aynaya iki ışın göndermiştir ve bu ışınların herhangi bir yansımaya uğramaksızın aynanın arkasına geçeceğini belirtmiştir. Aşağıda görüşmenin devamında Öğrenci 12' nin sanal ve gerçek görüntü ile ilgili olarak söyledikleri yer almaktadır.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 12:** Gerçek.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 12:** Çünkü aynaya baktığımızda kendimizi olduğumuz gibi görebiliyoruz?

**Görüşmeci:** Sanal olsaydı nasıl görecektik?

**Öğrenci 12:** Sanal olduğu zaman ışınların uzantıları, gerçek olduğunda kendileri kesiyor. Düz aynada da kendileri kesişir.

**Görüşmeci:** Senin çizdiğin şekilde de böyle mi?

**Öğrenci 12:** Evet.

Görüşmenin bu kısmında öğrenci düzlem aynada oluşan görüntünün gerçek olduğunu ifade etmiş ve buna sebep olarak da görüntünün cisimden bir farkı olmadığını söylemiştir. Ayrıca öğrenci, sanal görüntünün oluşabilmesi için gelen ışınların uzantılarının kesişerek görüntüyü oluşturması gerektiğini ve kendi çiziminde ise ışınların kendilerinin kesiştiğini bu nedenle de görüntünün gerçek olduğunu belirtmiştir. Öğrenci 12 sanal ve gerçek görüntü ile ilgili olarak yaptığı bu ayırmada yanılmamıştır. Fakat çizdiği şekle göre aynadan herhangi bir ışının yansımadan görüntüyü oluşturabilmesi düşüğü önemli bir yanıldır. Bu nedenle söylediği doğru bile olsa çizdiği şekilden dolayı yanılığa düşmüştür ki bu da öğrencinin daha sonra çelişki yaşamasına neden olabilecek hatta doğru bildiği durumu terk etmesine bile yol açabilecektir. Bu nedenle geometrik optikte ulaşılan bilimsel çözümlerin çizimle doğrulanması aşaması gerçekten çok önemlidir.

#### **4.1.2.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Fizik öğretmen adaylarının “saat kaç?” sorusu ile ilgili olarak ön test ve son testte verdikleri yanıtların kategorileri ve bu yanıtları veren öğrencilerin yüzdeleri Tablo 4.11’ de sunulmuştur.

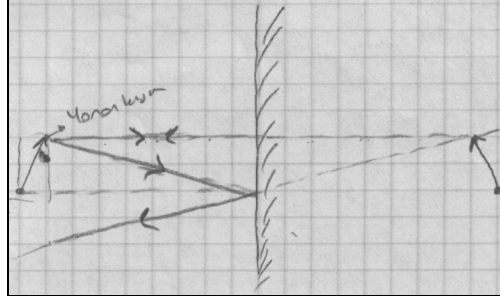
Tablo 4.11 incelendiğinde ilköğretim, sınıf öğretmenliği ya da lise öğrencilerinden farklı olarak bilimsel ve doğru açıklamaların çokluğu dikkati çekmektedir. İlginçtir ki hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında tam yanıt veren öğrencilerin oranı

aynıdır (%91.66). Ancak toplamda bilimsel olarak doğru kabul edilen yanıtların oranına bakıldığında ön testte %94.44 son testte ise %91.66 olduğu görülmektedir. Aradaki farkın çok olmamasına karşılık öğrencilerin %8.34' ü son testte küresel aynalarla düzlem aynaları birbirine karıştırmışlardır. Bunun yapılan öğretimin bir sonucu olduğu söylenebilir. Ön testte kodlanamaz yanıt veren ve hiç yanıt vermeyen öğrencilerin oranı %2.78 iken son testte bu kategorilere giren öğrenci olmamıştır.

Tablo 4.11 “Saat kaç?” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtların türleri

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Örneğin; aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.		33	91.66	33	91.66
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.		1	2.78	0	0
<b>Toplam</b>		<b>34</b>	<b>94.44</b>	<b>33</b>	<b>91.66</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>Küresel (çukur ve tümsek) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durum</b>					
(18:55): Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir. Aynada görüntü ters oluşur.		0	0	3	8.34
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8.34</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>1</b>	<b>2.78</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>1</b>	<b>2.78</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Öğrenciler ile düzlem aynalarda görüntü oluşumu ile ilgili olarak yapılan görüşmeler aslında Tablo 4.11’ deki verilere benzer bir biçimde bilimsel olarak kabul edilebilir öğeleri çokça içermektedir. Ancak yine de öğrencilerin fikirleri daha derinlemesine sorgulandığında, bir takım aksaklıklar yaşadıkları ve çelişkili yanıtlar vermek zorunda kaldıkları da olmuştur. Bu duruma Öğrenci 15 ile yapılan görüşme kaydı örnek olarak verilebilir.



Şekil 4.10 Öğrenci 15' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düz aynada gördüğün bu görüntünün oluşumunu şekil çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 15:** Simetrik olduğuna göre aynı uzaklıkta çizeriz

**Görüşmeci:** Işınları da çizer misin?

**Öğrenci 15:** Evet uzantıları arkada kesişir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 15:** Aynı boyda, sağ-sol tersinmesi var, gerçek ve düzdür.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 15:** Çünkü sanal görüntü tümsek aynada oluşur. Çukur aynada da aynanın arkasındaysa oluyor.

**Görüşmeci:** Yani aynanın arkasındaysa görüntü sanal mıdır?

**Öğrenci 15:** Evet

**Görüşmeci:** Peki gerçek görüntü nasıl oluyor o zaman?

**Öğrenci 15:** Aynanın önünde ise oluşan görüntü o zaman gerçektir.

**Görüşmeci:** O zaman neden düzlem aynada gerçek görüntü dedin?

**Öğrenci 15:** Çünkü düzlem aynada sanal görüntü oluşmaz hep gerçektir.

**Görüşmeci:** Burada görüntünün yeri neresidir?

**Öğrenci 15:** Aynanın arkasında ama gerçek. Aslında söylediğimle çelişiyorum burada ama düzlem aynada böyledir.

Öğrenci 15 tarafından çizilen Şekil 4.10' dan ve görüşmenin başlangıç kısımlarından da görüldüğü gibi aslında bu bölümde herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. Ancak sanal ve gerçek görüntü ile ilgili olarak öğrenci düşündükleri ile gördükleri arasında çelişkiye düşmektedir. Öğrenci 15 düzlem aynada oluşan görüntülerin gerçek olduğunu düşünmekte ve aynı zamanda da sanal görüntülerin

aynanın arkasında olduğunu belirtmektedir. Düzlem aynada görüntünün yerinin aynanın arkasında olması nedeniyle Öğrenci 15 verdiği yanıtla çelişkiye düşmüştür. Bu durum görüşme yapılan diğer iki öğrencide de görülmüştür. Öğrencilerin yaşadıkları bu tür çelişkiler o konunun tam olarak kavranmadığını göstermektedir.

#### **4.1.2.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Fizik öğretmenliği öğrencileri ve lise öğrencilerinin hem ön test hem de son test verileri Tablo 4.12' de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Tablo 4.12' den de görüldüğü gibi her iki öğrenci grubunun da aynı türden yanıtlar verdikleri görülmektedir. Bununla birlikte fizik öğretmeni adaylarının lise öğrencilerine göre bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranları daha yüksektir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranlarına bakıldığında fizik öğretmenliği öğrencilerinin hem ön testte hem de son testte lise son sınıf öğrencilerine göre daha yüksek bir orana sahip oldukları görülmektedir. Hem ön testte hem de son testte fizik öğretmenliği öğrencilerinin tam yanıt oranları %91.66 iken lise son sınıf öğrencilerinin oranı ön testte %64.63 son testte %70.06' dır. Fizik öğretmenliği öğrencilerinin tam yanıt oranları öğretim sonrası değişmezken lise son sınıf öğrencilerin yanıtlama yüzdesi artmıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde lise son sınıf öğrencileri için %14.29 iken öğretim sonrasında %10.88' e düşmüştür. Fizik öğretmen adaylarından ön testte herhangi bir öğrenci bu kategoriye girmezken son testte öğrencilerin %8.34' ü küresel aynalarla düzlem aynaları karıştırır duruma gelmişlerdir. Bu durumun öğretim sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı söylenebilir.

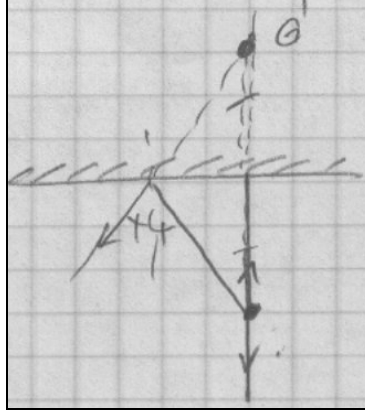
Tablo 4.12' ye göre fizik öğretmenliği öğrencileri ile lise öğrencilerinin benzer düşünce biçimlerine sahip oldukları söylenebilir. Bu durum görüşmelerden elde edilen verilerle de desteklenmektedir.



Tablo 4.12 “Saat kaç?” sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir. Düz aynalar bir cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir. Aynaya bakıp sol elimizi kaldırırsak görüntümüz sağ elini kaldırır.	95 (64.63)	33 (91.66)	103 (70.06)	33 (91.66)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
(11:35) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Çünkü saatin aynadaki görüntüsü terstir.	18 (12.24)	1 (2.78)	22 (14.97)	0
<b>Toplam</b>	<b>113 (76.87)</b>	<b>34 (94.44)</b>	<b>125 (85.03)</b>	<b>33 (91.66)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Küresel (Çukur ve Tümsük) aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar</b>				
• (18:55): Ali saatin görüntüsünün ters olduğunu fark etmiştir. Aynada görüntü ters oluşur.	21 (14.29)	0	16 (10.88)	3 (8.34)
• (19:05): Görüntü terstir. Akreple yelkovanın yeri değişmiştir.	0	0	3 (2.05)	0
<b>2. Sezgisel Yanıtlar</b>				
(11:35) Ali saati yanlış veya bozuk olduğu için şaşırmıştır.	4 (2.72)	0	1 (0.68)	0
<b>Toplam</b>	<b>25 (17.01)</b>	<b>0</b>	<b>20 (13.61)</b>	<b>3 (8.34)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>	<b>2 (1.36)</b>	<b>1 (2.78)</b>	<b>1 (0.68)</b>	<b>0</b>
<b>D. Yanıtsız</b>	<b>7 (4.76)</b>	<b>1 (2.78)</b>	<b>1 (0.68)</b>	<b>0</b>
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

Aşağıda görüşme yapılan lise öğrencisinin düzlem aynada görüntü ve görüntünün özelliklerine ilişkin düşünceleri ve ardından da fizik öğretmenliği öğrencisinin aynı konu üzerine sahip olduğu fikirler verilmiştir



Şekil 4.11 Öğrenci 11' in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada görüntü oluşumunu ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 11:** (Çizer) Bir cisim ve aynanın arkasında eşit uzaklıkta görüntüsü oluşur.

**Görüşmeci:** Işınlar göndererek nasıl çizersin?

**Öğrenci 11:** Işınlar aynaya dik geliyorsa aynen geri yansır. Ama açıyla geliyorsa normalle eşit açı yapacak şekilde yansır. Uzantılarını alıp kesiştirirsek orda görüntü oluşur.

Şekil 4.11 lise son sınıf öğrencilerinden görüşme yapılan Öğrenci 11' in düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizdiği şekildir. Öğrenci 11 yukarıda verilen alıntıda da görüldüğü gibi yansıma kanunlarına uyararak düzlem aynada görüntü oluşumunu çizmeye çalışmış ve bunu da başarmıştır. Ancak görüntünün özellikleri sorulduğunda aşağıdaki alıntıda görüldüğü gibi yanılığa düşmektedir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 11:** Aynı boyda, düz, simetrik ve gerçektir.

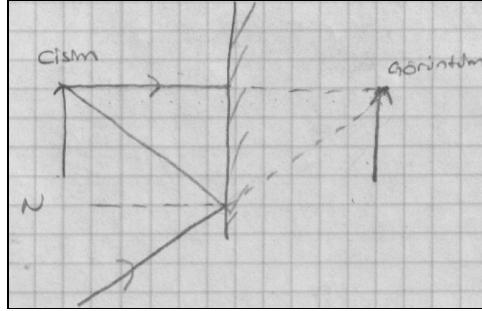
**Görüşmeci:** Neden görüntü gerçektir?

**Öğrenci 11:** Sonuçta cisim olduğu gibi aynada arka tarafa görüntüyü aktarıyor. Bir değişiklik olmuyor.

**Görüşmeci:** Yani sanal olsaydı görüntü cisimden farklı mı görünecekti?

**Öğrenci 11:** Evet boyutlarında ve şeklinde farklılık olurdu. Cisimle aynı biçimde göremezdik.

Görüşmenin bu kısmında Öğrenci 11' de diğer pekçok öğrenci gibi aynı yanılgıya düşmüş ve oluşan görüntünün cisimle aynı biçimde görünüyorsa dolayısı gerçek olduğunu ifade etmiştir. Çünkü sanal görüntünün cisimden farklı bir biçimde oluşacağını düşünmektedir. Aşağıda aynı düşünce biçimine sahip görüşme yapılan fizik öğretmenliği öğrencilerinden Öğrenci 20 ile yapılan görüşme kayıtları ve bu öğrencinin düzlem aynada görüntü oluşumu için çizmiş olduğu ışın diyagramı Şekil 4.12'de verilmektedir.



Şekil 4.12 Öğrenci 20' nin çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli

**Görüşmeci:** Düzlem aynada görüntü oluşumunu ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 20:** (Çizer) Şu cisim olsun. Aynada görüntü oluşturabilmek için cisimden iki tane ışın göndermem gerekiyor. Önce dik bir ışın çizerim aynı şekilde geri yansır. Sonra açıyla gönderdiğim eşit açı yapacak şekilde yansır. Yansıyan iki ışının uzantılarını alırım ve kesiştikleri yerde görüntü oluşur.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 20:** Cisimle aynı boyda, düz, simetrik ve gerçektir.

**Görüşmeci:** Neden görüntü gerçektir?

**Öğrenci 20:** Düz aynada gerçek oluyor, zaten bu deneyde de görülüyor.

**Görüşmeci:** Sanal olsaydı nasıl olacaktı?

**Öğrenci 20:** O zaman böyle net göremezdik. Sanal olsaydı görüntüyü kesikli kesikli (nokta nokta) çizerdik. Çünkü net olmazdı.

Öğrenci 20, çizdiği diyagramda yansıma kanunlarından faydalanmış ve bunu nasıl yaptığını da görüntü sırasında açıklamıştır. Ancak görüntünün özelliklerine geldiğinde tıpkı Öğrenci 11 gibi aynı yanılgıya sahiptir. Düzlem aynada oluşan

görüntünün gerçek olduğunu ve sanal olsaydı net görünmeyeceğini ifade etmiştir. Ayrıca Öğrenci 20 görüntünün sanal olsaydı çizdiği diyagramda da kesikli çizgilerle (nokta nokta) çizileceğini belirtmiştir ki Şekil 4.12 incelendiğinde de görüntünün cisimle aynı biçimde çizildiği görülmektedir. Bu düşünce biçiminin, özellikle günlük dille ve geçmiş deneyimlerle besleniyor olduğu konusu daha önce tartışılmıştı. Ancak aynı düşünce biçiminin 4 farklı öğrenim seviyesinde ve yaş grubunda olması oldukça ilginç ve üzerinde durulması gereken bir noktadır.

### 4.1.3 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında öğrencilerin küresel aynalarda görüntü oluşumuna ilişkin düşüncelerine yer verilmiştir. Bu amaç için araştırmada geliştirilen ve her iki testte de farklı iki soru yer almaktadır. İlköğretim öğrencileri için geliştirilen testte yer alan soru Şekil 4.13’ te verilmiştir. Soruda öğrencilerden, kullanılacak dikiz aynasının ne tür bir ayna olması gerektiğine karar vermeleri istenmektedir.

**Soru 3. Hangi ayna?**  
Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice inceleyiniz!

Yukarıdaki karikatürde, Profesör Çokbilmiş arabasına yeni bir dikiz aynası takmak istiyor. Ancak yeni taktığı ayna cisimleri baş aşağı gösteriyor. Acaba Profesör Çokbilmiş nerede hata yapmıştır? Açıklayınız.

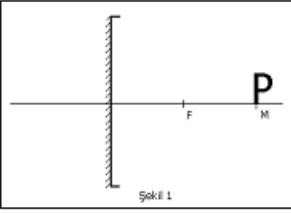
Profesör Çokbilmiş arabasına ne tür bir ayna takmalıydı?

Yanıtınızın nedenini açıklayınız.

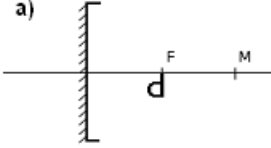
Şekil 4.13 İlköğretim öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu

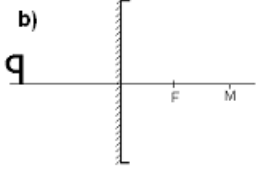
Şekil 4.14’ te ise lise ve üniversite öğrencileri için hazırlanan çukur ayna sorusu görülmektedir. Bu soruda, öğrencilere çukur aynanın merkezine yerleştirilmiş bir cismin görüntüsünün neye benzeyeceği sorulmuş ve yanıtlarını açıklamaları istenmiştir.

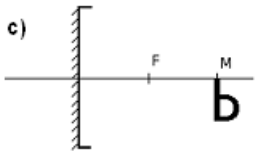
**Soru 4:**

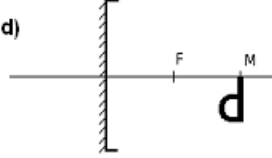


Şekil 1' deki çukur aynanın merkezine küçük ampullerin oluşturduğu ışıklı bir P harfi konuyor. P harfinin görüntüsünün yeri ve şekli aşağıda verilenlerden hangisine benzer?

a) 

b) 

c) 

d) 

Yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

Şekil 4.14 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan küresel ayna sorusu

Aşağıda ilk önce ilköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin, ardından da ortaöğretim ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ilişkin bulguları verilmektedir.

#### 4.1.3.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

İlköğretim öğrencilerinin küresel aynalarla ilgili sorulan soruya geleneksel öğretim öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların türleri, öğrenci sayıları ve yüzdeleri Tablo 4.13' te verilmiştir.

Tablo 4.13 “Hangi ayna?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Profesör çukur ayna takmıştır. Tümsek ayna takmalıydı. Çünkü çukur ayna cisimleri ters gösterir. Tümsek ayna ise düz gösterir.		19	9.36	65	32.02
Arabasına çukur ayna yerine düz gösteren bir ayna takmalıydı.		12	5.91	14	6.90
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
Çukur ayna taktığı için görüntüler ters gözükmemektedir. Arabasına düzlem ayna takmalıydı. O zaman baş aşağı görmezdi.		9	4.43	17	8.37
<b>Toplam</b>		<b>40</b>	<b>19.70</b>	<b>96</b>	<b>47.29</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Ayna ve merceklerin birbiri ile karıştırıldığı durum</b>					
Profesör kalın/ince kenarlı mercekten yapılmış bir dikiz aynası taktığı için cisimleri baş aşağı gösteriyor. İnce/kalın kenarlı mercekten yapılmış bir ayna takmalıydı.		1	0.49	9	4.43
<b>2. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama</b>					
Profesör aynayı ters takmıştır. O yüzden ters göstermektedir.		76	37.44	32	15.77
<b>3. Çukur aynalarla tümsek aynaların birbirine karıştırıldığı durum</b>					
Dikiz aynası bir tümsek aynadır. Profesör çukur ayna kullanmalıydı. Çünkü yalnızca tümsek aynalar görüntüyü ters gösterir. Çukur aynalar ise geridekileri küçültür ve daha çok alanı içine alır.		5	2.46	25	12.32
<b>4. Çukur ve düzlem aynaların karıştırıldığı durum</b>					
Arabasına düzlem ayna takmıştır. Düzlem aynalar cisimleri ters ve büyük gösterir. Profesör arabasına çukur ayna takmalıydı.		13	6.40	8	3.94
<b>5. Sezgisel Yanıtlar</b>					
Profesör arabasına ters gösteren değil düz gösteren bir dikiz aynası takmalıydı.		49	24.14	24	11.82
<b>Toplam</b>		<b>144</b>	<b>70.94</b>	<b>98</b>	<b>48.28</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>16</b>	<b>7.88</b>	<b>9</b>	<b>4.43</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>3</b>	<b>1.48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>

İlköğretim öğrencilerinin %19.70’ i ön testte, %47.29’ u ise son testte bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt vermişlerdir. Ön testte tam yanıt veren öğrencilerin %9.36’ sı profesörün çukur ayna yerine tümsek ayna takması gerektiğini söylerken, %5.91’ i çukur ayna yerine düz gösteren bir ayna takması gerektiğini belirtmişlerdir. Son testte ise tümsek ayna takılması gerektiğini söyleyen öğrencilerin oranı %32.05’ e yükselirken, düz gösteren bir ayna takılmasını belirtenlerin oranı ise %6.90’ a çıkmıştır. Kısmi yanıt verenlerin oranı ön testte %4.43 iken son testte %8,37’ ye yükselmiştir.

Öğrencilerin verdikleri bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise, ön testte %70.94 olan oranın son testte %48.28’ e düştüğü görülmektedir. Ön testte öğrencilerin %37.44’ ü aynanın ters takıldığı için ters gösterdiğini düşünürken son testte bu oran %15.77’ ye düşmüştür. Bu durum öğrencilerin bilimsel kurallar doğrultusunda

değil, herşeyi gördükleri gibi kabul etme eğiliminde olduklarının bir göstergesidir. Geleneksel öğretim öncesinde öğrencilerin %0.49' u merceklerle aynaları birbiri ile karıştırırken öğretim sonrasında bu oran artarak %4.43' e çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin %2.46' sının öğretimden önce, %12.32' sinin ise öğretimden sonra çukur aynalarla tümsek aynaları birbirleri ile karıştırdıkları görülmektedir. Çukur aynalarla düzlem aynaları birbirleri ile karıştıran öğrencilerin oranı ise öğretim öncesinde %6.40 iken öğretim sonrasında %3.94 olmuştur. Tablo 4.13' den de görüldüğü gibi çukur aynalarla düzlem aynaları karıştıran öğrencilerin oranı öğretim sonrasında azalırken, çukur aynalarla tümsek aynaları karıştıranların oranı artmıştır. Bu kategoride yer alan son yanıt türü de sezgisel yanıtlardır ki, ön testte öğrencilerin %24.14' ü, son testte %11.82' si böyle yanıtlar vermişlerdir.

Öğretim sonrasında öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir ve bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarının oranlarını karşılaştırdığımızda, bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının az da olsa daha büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu sorudan elde edilen bulgulara bakarak, geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğunu söylemek zor olacaktır. Küresel aynalarla ilgili olarak öğrencilerle yapılan görüşme sonuçları da bunu destekler biçimdedir. Aşağıda Öğrenci 1 ile küresel aynalara ilişkin yapılan görüşmeden alıntılara yer verilmiştir.

**Görüşmeci:** Çukur aynada görüntü nasıl görünür, bir fikrin var mı?

**Öğrenci 1:** Dümdüz görünmez. Yamuk yumuk görünür.

**Görüşmeci:** Burada çukur ayna var. Bak bakalım nasıl göreceksin?

**Öğrenci 1:** Ters gösteriyor, kafamın hepsini göremiyorum ve sanal.

**Görüşmeci:** Neden sanal dedin?

**Öğrenci 1:** Çünkü beni olduğum gibi göstermiyor. Ben ters durmuyorum ki!

**Görüşmeci:** Peki tümsek aynaya bak bakalım nasıl göreceksin?

**Öğrenci 1:** Tam gösteriyor. Düz gösteriyor. Gerçek yani.

**Görüşmeci:** Neden gerçek?

**Öğrenci 1:** Yani resmen olduğum gibi görüyorum o yüzden.

Öğrenci 1, daha önce düzlem aynada oluşan görüntünün sanal olduğunu söylemiş ve bu yanıtını cismin her yerinin görünmemesine bağlamıştı. Yukarıda da görüldüğü gibi, benzer şekilde çukur aynadaki görüntünün sanal olduğunu söylemiş ve nedenini de, düzlem aynadakine benzer biçimde, çukur aynanın kendisini olduğundan farklı göstermesi olarak açıklamıştır. Tümsek aynadaki gerçek dediği görüntüsüne verdiği yanıtla bu düşünce biçimini pekiştirmiştir.

Önüne üç yarıkli bir fant yerleştirilmiş ışık kaynağını kullanarak, optik daire üzerine yerleştirilmiş çukur ve tümsek aynada yansıyan ışınların hareketi ile ilgili Öğrenci 1 aşağıdaki gözlemlerde bulunmuştur.

**Görüşmeci:** Çukur aynaya gelen ışınlar nasıl yansıyor, açıklar mısın?

**Öğrenci 1:** En uçtaki ışın aynaya çarpıp şuraya geliyor. Ortadaki ışın geldiği gibi gidiyor. Alttaki de yine şuraya geliyor.

**Görüşmeci:** Dikkatini çeken birşey var mı peki?

**Öğrenci 1:** Evet. Üç ışında gelip bir noktada birleşiyorlar. Hepsi o noktada kesişmiş.

**Görüşmeci:** Tümsek aynaya bakalım şimdi.

**Öğrenci 1:** Bu farklı ışınlar birbirinden ayrılıyormuş gibi yansıyorlar.

Öğrenci 1 ışınların yansımasıyla ilgili olarak gözlemlerini doğru bir biçimde aktarabilmiştir. Ancak ışınların yansımasını anlatırken herhangi bir bilimsel terim kullanmamış olması önemlidir. Örneğin, ışınların odak noktasında kesiştiğini veya asal eksene paralel gelen ışınların odaktan geçecek şekilde yansımalarından dolayı aynı noktada birleştiklerini bilimsel bir dille ifade edemediği görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin, öğretim sonrasında da sezgisel yanıtlara sahip oldukları ve gördüklerini bilimsel bir temele yer vermeksizin doğrudan aktarmaya devam ettikleri belirlenmiştir. Aşağıda Öğrenci 1 gibi Öğrenci 2' nin bilimsel temelden uzak açıklaması verilmiştir.

**Görüşmeci:** Küresel aynalarda ışınların davranışı nasıldır sence?

**Öğrenci 2:** (*Düşünür*) Pek hatırlayamadım ama farklıydı.

**Görüşmeci:** (*Düzenek hazırlanır.*) Deney yapıp birlikte görelim o zaman.

**Öğrenci 2:** Evet ışınların yansydıklarını görüyorum.

**Görüşmeci:** Nasıl yansıyor ışınlar?



**Öğrenci 2:** Çapraz yansıyor ve bir noktada toplanmışlar.

**Görüşmeci:** Tümsek aynaya da bakalım...

**Öğrenci 2:** Dağınık yansıyor. Diğerinin tam tersi ve birbirlerinden uzaklaşmışlar.

Görüldüğü gibi Öğrenci 2' de Öğrenci 1' e benzer bir ifadeyle gözlemlerini açıklamıştır. Görüşme yapılan öğrencilere küresel aynaların nerelerde kullanıldığı sorulduğunda 3 tanesi kaşıkları örnek olarak göstermiştir ve içlerinin çukur dışlarının ise tümsek olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenci 4 ise, çukur aynaların güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren sistemlerde ışığı toplamak için kullanıldığını ve araba farlarında bulunduğunu, tümsek aynaların ise arabalarda dikiz aynası olarak kullanıldığını söylemiştir. Görüşme yapılan öğrencilerin hepsi küresel aynaların günlük hayatla ilişkisini kurabilmiştir. Ancak sadece bir öğrenci gerçekten bu aynaların günlük yaşamda kullanıldığı yerleri sıralarken diğer öğrenciler örneklendirmeden öteye geçememiştir. Bu durum öğretim sırasında geçen kavramların ya da birtakım araçların günlük hayatla çokça ilişkilendirilmediğinin bir göstergesidir. Bu nedenle öğretim sonrasında öğrencilerin %50' ye yakını hala arabalarda dikiz aynası olarak hangi özellikte bir aynanın kullanılması gerektiğini bilememiştir.

#### **4.1.3.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Üniversite ve lise öğrencileri için hazırlanan kavramsal anlama testinde yer alan ve öğrencilerin çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin düşüncelerini ortaya koymayı amaçlayan soruya sınıf öğretmeni adaylarının verdikleri yanıtların analizleri Tablo 4.14' te verilmiştir.

Tablo 4.14'ten de görüldüğü gibi sınıf öğretmenliği öğrencilerinin % 30.41' i öğretim öncesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt verirken, öğretim sonrasında bu oran az da olsa artarak %32.43 olmuştur. Ancak hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında bu kategoride yer alan öğrencilerin çok azının tam yanıt verdikleri görülmektedir.

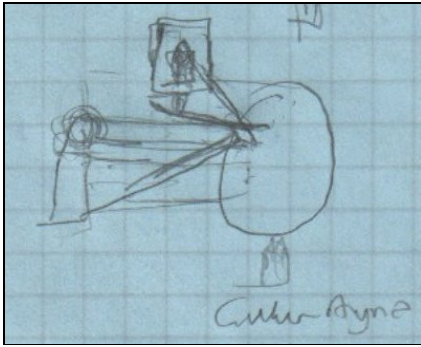
Tablo 4.14 “Çukur ayna” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.		3	2.03	7	4.73
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.		42	28.38	41	27.70
<b>Toplam</b>		<b>45</b>	<b>30.41</b>	<b>48</b>	<b>32.43</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğü düşünülüyor</b>					
(C) Işınlr gönderdiğimizde merkezdeki cismin görüntüsü ters ve merkezde aynı boyda görünür.		51	34.46	80	54.05
<b>2. Sadece sağ-sol tersinmesi olacağı düşünülüyor (Düzlem ayna ile karıştırılıyor)</b>					
(B) Çukur aynalar da düz ayna gibi görüntünün simetliğini oluşturur		19	12.84	6	4.06
<b>3. Tek bir ışın çizerek, görüntünün ışının asal eksenini kestiği yerde oluşturulduğu durum</b>					
(A) Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odaktan yansır ve görüntü burada ters ve küçük oluşur.		19	12.84	7	4.73
<b>Toplam</b>		<b>89</b>	<b>60.13</b>	<b>93</b>	<b>62.84</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0.67</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>14</b>	<b>9.46</b>	<b>6</b>	<b>4.06</b>
		<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

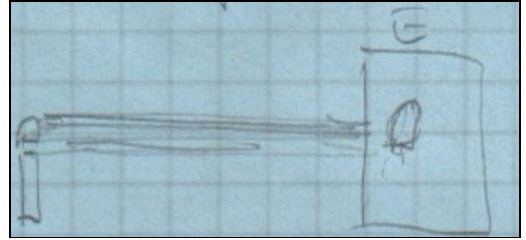
Bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtların oranlarına bakıldığında, öğretim sonrasında bir artış olduğu görülmektedir. Öğretim öncesinde %60.13 olan oran, öğretim sonrasında %62.84' e yükselmiştir. Bu kategoride yer alan öğrencilerin büyük bir çoğunluğu C seçeneğini işaretleyerek “çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğünü” düşündükleri görülmüştür. Öğretim öncesinde bu fikri benimseyen öğrencilerin oranı %34.46 iken öğretimden sonra %54.05' e yükselmiştir. Öte yandan öğrencilerin %12.84'ü öğretim öncesinde %4.06' sı ise öğretim sonrasında çukur aynada oluşan görüntüyü tıpkı düzlem aynada görüntü oluşumu gibi çizerek cismin aynadaki simetrik görüntüsünü gösteren B seçeneğini işaretlemişlerdir. Ayrıca açıklamalarında da çukur aynaların düzlem aynalar gibi simetrik bir görüntü oluşturacağını belirtmişlerdir. Bu kategoride yer alan son yanıt türünde, öğrencilerin %12.84' ü öğretim öncesi, %4.73' ü öğretim sonrasında A seçeneğini işaretlemişler ve “Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odaktan yansır ve görüntü burada ters ve küçük oluşur” biçiminde yaptıkları çizimi açıklamaya çalışmışlardır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta öğrencilerin yalnızca tek bir özel ışın kullanarak görüntüyü çizmeye çalışmaları ve asal eksenle

çizdikleri ışın arasında görüntüyü oluşturmaları olmuştur. Kısacası bu türden yanıt veren öğrenciler tek bir ışın çizerek görüntüyü oluşturabileceklerini düşünmektedirler.

Tablo 4.14' den de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun öğretim sonrasında da bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri ortaya çıkmıştır. Aşağıda görüşmeler sırasında, çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili öğrenci yanıtlarından örnekler verilmiştir.



Şekil 4.15a Öğrenci 7 tarafından çukur aynada görüntü oluşumunun gösterimi



Şekil 4.15b Öğrenci 7 tarafından ekranda görüntünün çizimi

Öğrenci 7' nin Şekil 4.15a' da yaptığı çizimden, gözlemlendiği durumu resmetmeye çalıştığı görülmektedir. Öğrenci 7, çukur aynada görüntünün oluşumuna ilişkin bilimsel bir çizim yapmamıştır. Şekil 4.15a'da da görüldüğü gibi ayna, ekran ve cisim öğrencinin çizdiği resimde yer almakta fakat herhangi bir asal eksen bulunmamaktadır. Ayrıca aynaya gelen ışınların ya da yansıyan ışınların da yönleri belirtilmemiştir. Şekil 4.15b incelendiğinde ise öğrencinin mumdan çıkan ışınları bir ışın demeti şeklinde ekrana göndererek mum alevini resmettiği görülmektedir. Öğrenci 7' nin yaptığı bu çizimlerle ilgili görüşme alıntıları aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** Çukur aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 7:** (Çizer) Cisimden gelen ışınların aynadan bir kısmı geçiyor.

**Görüşmeci:** Peki bu ışınlar yansırken belirli bir kurala göre mi yansıyor?

**Öğrenci 7:** Evet.



yeri yanlış çizilmiş ve ayrıca aynanın her iki yanında da odak noktası ve merkez noktası işaretlenmiştir. Dolayısıyla Öğrenci 6' nın bu çiziminden çukur ayna ile mercekleri karıştırdığını söylemek mümkündür. Bu çizime ilişkin aşağıda görüşme kayıtları görülmektedir.

**Görüşmeci:** Çukur aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor?

**Öğrenci 6:** İki tarafta da odak noktası ve merkez vardır. Görüntü ters oluşmuş.

**Görüşmeci:** Işın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 6:** (Çizer) Evet. Ekranı da yerleştirelim. Odaktan geçen çizelim. Bir ışında uzantısı odaktan geçecek şekilde çizelim.

**Görüşmeci:** Görüntü nerede oluşuyor?

**Öğrenci 6:** Aynanın arkasında oluşacaktır. Hmmm....Hayır ekranın olduğu yerde oluşur. Ama ben tam çizemedim herhalde.

Öğrenci 6 görüşme kayıtlarından da anlaşılacağı gibi, özel ışınları kullanarak görüntüyü oluşturmaya çalışmış ancak başarılı olamamıştır. Başlangıçta görüntünün aynanın önünde oluştuğunu düşünmüş, ancak daha sonra ekran üzerinde görüntünün oluştuğunu görünce fikrini değiştirmiştir. Ayrıca Öğrenci 6, daha ışınları çizmeden önce ekranı aynanın önüne bir yere çizmiştir. Dolayısıyla Öğrenci 6' her ne kadar görüntünün ekran üzerinde oluştuğunu söylese de çiziminde ekranı da çizmiş olması ekranın hangi amaçla düzeneğe yerleştirildiği konusunda bir fikrinin olmadığı sonucuna bizi götürebilir. Bir sonraki başlık altında ilköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının küresel aynalara ilişkin fikirleri karşılaştırılmıştır.

#### **4.1.3.3 Sınıf Öğretmenliği ve İlköğretim Öğrencilerinin Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Her ne kadar küresel aynalara ilişkin ilköğretim öğrencilerine sorulan soru ile sınıf öğretmenliği öğrencilerine sorulan soru aynı olmasa da, hem kavramsal anlama testlerinin analizinden, hem de görüşmelerden elde edilen veriler her iki gruptaki öğrencilerin birbiri ile benzerlik gösteren düşünce biçimlerine sahip olduklarını göstermektedir.

Kavramsal anlama testlerinden elde edilen verilerin analizlerine göre her iki grupta yer alan öğrencilerin öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının arttığı söylenebilir. Ancak bu artış Tablo 4.13’ ten de görüldüğü gibi ilköğretim öğrencilerinde çok daha fazla olmuştur. Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarına bakıldığında ise, Tablo 4.13 ve Tablo 4.14 incelendiğinde her iki grupta yer alan öğrencilerin çukur aynalar ile düzlem aynaları birbiri ile karıştırdıkları görülmektedir.

Görüşme verilerine bakıldığında ise; sınıf öğretmenliği öğrencilerinden Öğrenci 9 sanal ve gerçek görüntüyü tıpkı ilköğretimde okuyan Öğrenci 1 gibi ifade etmiştir.

**Görüşmeci:** Çukur aynada oluşan bu görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 9:** Gerçektir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 9:** Çünkü mumun görüntüsünü olduğu gibi görüyoruz. Sanal olsaydı görüntüyü böyle göremezdik.

**Görüşmeci:** Nasıl görürdük?

**Öğrenci 9:** Olduğundan farklı görürdük. Eksik ya da net olmazdı.

Öğrenci 9’ un sanal ve gerçek görüntü için yaptığı bu açıklama bir önceki başlık altında verilen Öğrenci 1’ in söyledikleri ile aynıdır. Gerçek görüntü için Öğrenci 1’ in açıklaması “yani resmen olduğum gibi görüyorum o yüzden gerçektir” şeklindeydi. Kısacası her iki öğrenci de gerçek görüntünün, cisminle aynı biçimde görünen görüntü olduğunu söylemişlerdir. Daha önce görüşme alıntısı verilen Öğrenci 7’ nin de benzer bir açıklama yaptığı görülmektedir.

Bunların dışında, Şekil 4.16’ da gösterilen ve Öğrenci 6’ nın çizdiği çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin çizim, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin de ilköğretim öğrencileri gibi mercekle aynaları karıştırdıkları konusunda bir ipucu olabilir. Fazla olmasa da ilköğretim öğrencilerinin de aynalarla mercekleri karıştırdıkları kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlarda ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu açıdan da öğrencilerin düşünce biçimleri ve verdikleri yanıtlar arasında benzerlikler görülmektedir.

#### 4.1.3.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

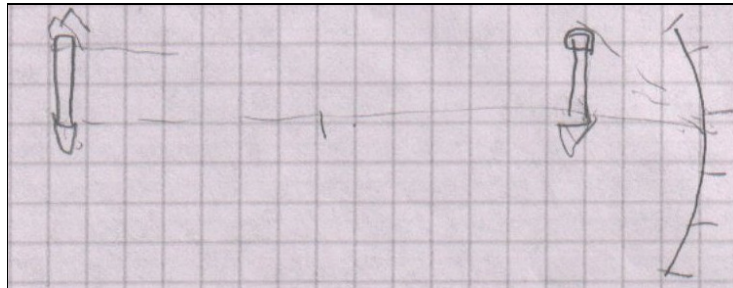
Çukur ayna sorusu ile ilgili olarak lise son sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar Tablo 4. 15’ te görülmektedir.

Tablo 4.15 “Çukur ayna” sorusuna lise son sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1. Tam Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.		8	5.45	21	14.29
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.		25	17	42	28.57
<b>Toplam</b>		<b>33</b>	<b>22.45</b>	<b>63</b>	<b>42.86</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğü düşünülüyor</b>					
(C) Merkezdeki cismin görüntüsü ters, merkezde aynı boyda görünür.		46	31.29	65	44.22
<b>2. Sadece sağ-sol tersinmesi olacağı düşünülüyor (Düzlem ayna ile karıştırılıyor)</b>					
(B) Çukur aynalar da düz ayna gibi görüntünün simetrisini aynanın arkasında oluşturur		32	21.77	16	10.88
<b>3. Tek bir ışın çizerek, görüntünün ışının asal eksenini kestiği yerde oluşturulduğu durum</b>					
(A) Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odaktan yansır.		23	15.65	2	1.36
<b>Toplam</b>		<b>101</b>	<b>68.71</b>	<b>83</b>	<b>56.46</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>6</b>	<b>4.08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>7</b>	<b>4.76</b>	<b>1</b>	<b>0.68</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Öğretim öncesinde öğrencilerin %22.45’ i, öğretim sonrasında ise %42.86’ sı bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar verirken, öğretim öncesinde bilimsel olarak kabul edilmeyen yanıt veren öğrencilerin oranı %68.71, öğretim sonrasında ise bu oran %56.46 olmuştur. Bu sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının arttığını göstermektedir. Ancak bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara bakıldığında, öğrencilerin öğretim öncesinde ve sonrasında çoğunlukla kısmi yanıt verdikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin çukur aynanın merkezindeki bir cismin görüntüsü ile ilgili olarak yeterince açıklayıcı yanıtlar veremedikleri ortaya çıkmıştır.

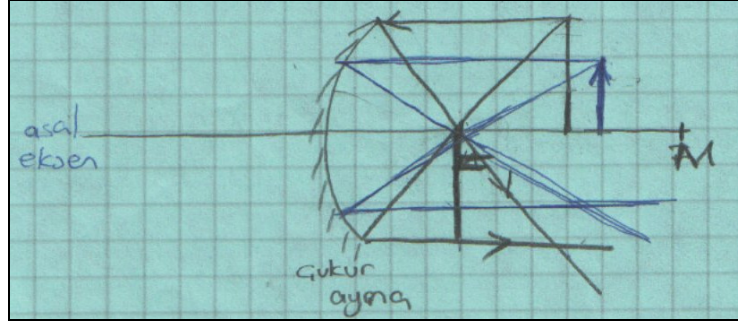
Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise, bu grupta üç ayrı kategorinin yer aldığı görülmektedir. Bunlardan en yüksek orana sahip kategori, öğrencilerin çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğünü düşündükleri kategoridir. Bu türden yanıt veren öğrencilerin %31.29'u öğretim öncesi %44.22' si ise öğretim sonrasında yer almıştır. Çukur aynada oluşan görüntünün sadece başaşağı döndüğünün düşünülmesinin en büyük nedeninin, gerek öğretim sırasında yapılan uygulamalarda gerekse sorulan sorularda genelde cisim olarak ok şeklinde bir nesnenin kullanılıyor olması gösterilebilir. Çünkü öğrenciler görüntünün merkezde oluşacağını ya çizim yaparak göstermişler ya da açıklamalarında belirtmişler ancak, P harfinin merkezin dışında kalan kısmı ile ilgili olarak hiç bir açıklamada bulunamamışlardır. Bu grupta yer alan diğer bir kategoride öğrencilerin çukur aynada oluşan görüntüyü düzlem ayna ile karıştırdıkları durumdur. Öğrencilerin %21.77' si öğretim öncesinde, %10.88' i ise öğretim sonrasında düzlem ayna ile çukur aynada görüntü oluşumunu karıştırmışlardır. Bu grupta yer alan son kategori ise, öğrencilerin sadece tek bir ışın kullanarak görüntüyü çizdikleri durumdur ki öğretim öncesinde öğrencilerin %15.65' i, öğretim sonrasında ise %1.36' sı bu türden yanıtlar vermişlerdir. Öğrenciler asal eksene paralel olarak bir ışın göndermişler ve bu ışının odaktan yansıtılarak asal eksenle kesiştiği yeri birleştirmişler ve görüntünün orada oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu türden verilen yanıtların öğretim sonrasında önemli bir oranda azalması yapılan öğretimin bu yanılgı üzerine etkisinin büyük olduğunu göstermektedir. Yapılan görüşmeler de, öğrencilerin yaptıkları çizimlerde pek çok hatayı ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bir tanesi de Öğrenci 14' ün yaptığı çizimdir ve Şekil 4.17' de verilmiştir.



Şekil 4.17 Öğrenci 14' ün çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli



Öğrenci 14 çukur aynayı, bir mum ve görüntüsünü Şekil 4.17’ de gördüğü gibi çizmiştir. Bu çizimde öğrencinin herhangi bir ışın kullanmaması ve odak, merkez gibi noktaların belirsiz olması dikkati çekmektedir. Öğrencinin sadece aynayı ve asal eksenini doğru bir biçimde çizdiği söylenebilir. Şekil 4.18’ de çukur ayna için Öğrenci 12 tarafından çizilen şekil verilmektedir.



Şekil 4.18 Öğrenci 12’ nin çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli

Öğrenci 12, Şekil 4.18’ de ve aşağıda verilen alıntıda da görüldüğü gibi çukur ayna için odak noktası, merkez, asal eksen gibi kavramları belirlemiş ve ardından özel ışınları kullanarak görüntüyü çizmeye çalışmıştır. Ancak öğrenci görüntüyü odak noktasına çizmiş ve aşağıda verilen görüşme alıntısında da belirttiği gibi gönderdiği ışınların kesişim noktası olarak yerini ifade etmiştir. Dolayısıyla Öğrenci 12, aynadan yansıyan ışınların değil aynaya gönderilen ışınların görüntü oluşumunu gerçekleştirdiğini düşünmektedir.

**Görüşmeci:** Çukur aynada gördüğün bu görüntü nasıl oluşuyor ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

**Öğrenci 12:** (Çizer) Asal eksene paralel gelen ışın odaktan geçer. Odağa gelen asal eksene paralel yansır. Görüntü odakta, gönderdiğimiz ışınların kesiştiği yerde ters oluşur.

Görüşmenin ilerleyen bölümünde oluşan görüntünün yeri üzerine konuşulmaya devam edilmiştir.

**Görüşmeci:** Birşey dikkatimi çekti. Az önce kurşun kalemle çizdiğin yerde cisim aynaya yakındı yerini odakta çizdin.

**Öğrenci 12:** Evet.

**Görüşmeci:** İkincisinde (*mavi kalemle yapılan çizim*) aynadan uzaklaştırdık ama odakta oluştu yine. Yani cismin yeri neresi olursa olsun görüntü odakta mı oluşur diye düşünüyorsun?

**Öğrenci 12:** Evet, öyle olur.

**Görüşmeci:** Senin çizimin deneydeki duruma benzedi mi?

**Öğrenci 12:** Hayır pek benzemedi.

**Görüşmeci:** Deneyimizde odak noktası neresidir?

**Öğrenci 12:** Görüntü burada oluştuğuna göre ekranın olduğu yer odaktır.

Öğrenci 12' nin çiziminde dikkati çeken diğer bir nokta da cismin yeri neresi olursa olsun görüntünün odak noktasında oluşacağını söylemesidir. Öğrenci ilk yaptığı çiziminde (kurşun kalemle olan) görüntüyü tam odak noktasında oluşturmuştur. Ardından araştırmacı tarafından birincisinden farklı bir yere konan cismin görüntüsünün nasıl oluşacağını çizmesi istenmiştir. Şekil 4.18' de de görüldüğü gibi her iki görüntüyü de odak noktasında kesiştirmiştir. Öğrencinin düşüncesinden emin olmak için görüşmeye aşağıdaki gibi devam edilmiştir.

**Görüşmeci:** Ben bu ekranı kaldırırsam görüntü nerede oluşur?

**Öğrenci 12:** Göremeyiz ama bir yerlerde oluşur.

**Görüşmeci:** (*Ekranı kaldırır*) Şu anda görüntü nereye gitti?

**Öğrenci 12:** (*Güler*) Yok, ama buralarda bir yerde.

**Görüşmeci:** Yani eski yerinde değil mi artık görüntü?

**Öğrenci 12:** Hayır göremiyoruz ama yeri yine burasıdır. Yeri değişmiyor.

Öğrenci 12 yukarıda verilen alıntılarda da görüldüğü gibi cisim nerede olursa olsun görüntüsünün odak noktasında oluşacağını düşünmektedir. Bu düşüncesini görüşme boyunca sürdürmüştür. Böyle bir düşüncenin altında, görüntü çizimi yaparken sadece özel ışınları kullanarak çizimlerin yapılıyor olmasının önemli bir yeri olduğu söylenebilir. Çünkü asal eksene paralel gelen bir ışının odaktan geçecek şekilde

aynadan yansıyor olması ve odak noktasına gönderilen ışığında asal eksene paralel biçimde yansımaları odak noktasının özel bir nokta olarak öne çıkması anlamına gelmektedir. Bu durumda öğrenci her zaman böyle özel bir noktada görüntünün oluşacağı fikrini kolaylıkla benimseyebilmektedir.

#### 4.1.3.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili olarak sorulan soruya fizik öğretmeni aday öğrencilerin verdikleri yanıtların türleri ve bu yanıtları veren öğrenci sayıları ve yüzdeleri Tablo 4.16’ da verilmektedir.

Tablo 4.16 “Çukur ayna” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

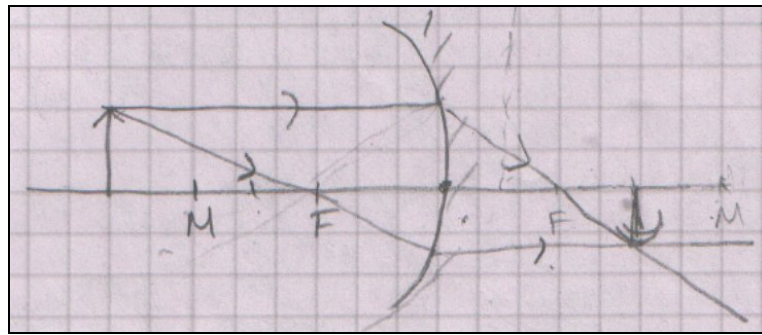
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.		18	50	21	58.33
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.		7	19.44	3	8.33
<b>Toplam</b>		<b>25</b>	<b>69.44</b>	<b>24</b>	<b>66.66</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğü düşünülüyor</b>					
(C) Merkezdeki cismin görüntüsü ters ve merkezde aynı boyda görünür.		9	25	11	30.56
<b>2. Sadece sağ-sol tersinmesi olacağı düşünülüyor (Düzlem ayna ile karıştırılıyor)</b>					
(B) Çukur aynalar da düz ayna gibi görüntünün simetrisini oluşturur.		2	5.56	0	0
<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>30.56</b>	<b>11</b>	<b>30.56</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2.78</b>
		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar incelendiğinde ilk dikkati çeken nokta bilimsel olarak kabul edilen yanıt yüzdelerinde öğretim sonrasında görülen düşüştür. Öğretim öncesinde öğrencilerin %69.44’ ü, öğretim sonrasında ise %66.66’ sı bu türden yanıt vermişlerdir. Öğretim öncesinde öğrencilerin %50’ si öğretim sonrasında ise %58.33’ ü tam yanıt verirken, kısmi yanıt verenlerin oranı %19.44’ den

%8.33' e düşmüştür. Buradan da görüldüğü gibi tam yanıt veren öğrencilerin oranı bir miktar artarken, kısmi yanıt veren öğrencilerin oranı ise azalmıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında, yanıtların iki farklı kategoride toplandığı ve öğretim öncesinde %30.56 olan oranın öğretim sonrasında da değişmediği görülmektedir. Bunlardan ilki öğrencilerin %25' inin öğretim öncesinde %30.56' sının da öğretim sonrasında çukur aynada oluşan görüntünün sadece baş aşağı döndüğünü düşündükleri durumdur. Bu türden yanıt veren öğrenciler "P" harfinin merkezin dışında kalan kısmının görüntüsü ile ilgili olarak herhangi bir düşünce belirtmemişler ve sadece görüntüyü baş aşağı çevirmişlerdir. Bu yanıtı veren öğrenci sayısının öğretimden sonra artış göstermesi, öğretim sırasında çukur aynaya ilişkin görüntü çizimlerinde cisim olarak iki boyutlu şekillerin üzerinde durulmamış olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Öğretim öncesinde düzlem ayna ile çukur aynaları birbirine karıştıran öğrencilerin oranı %5.56 iken öğretimden sonra bu türden yanıt veren öğrenci çıkmamıştır.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan da görüldüğü gibi öğretim sonrasında çok da fazla bir değişim olmadığı hatta bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların azaldığı görülmektedir. Bu veriler doğrultusunda, yapılan geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine pek de etkisi olmadığı söylenebilir. Şekil 4.19' da Öğrenci 20' nin çukur aynada görüntü oluşumu için çizdiği diyagram görülmektedir.



Şekil 4.19 Öğrenci 20' nin çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli

Şekil 4.19 incelendiğinde, çukur aynanın hem önünde hem de arkasında odak noktasının ve merkezin işaretlendiği görülmektedir. Ayrıca asal eksene paralel ve odak

noktasından geçecek şekilde gönderilen ışınların her ikisinin de aynadan yansımaları gerekirken, ışınlar tıpkı ince kenarlı mercekte olduğu gibi kırılmış ve aynanın arkasında görüntü oluşturulmuştur. Bu açıkça küresel aynalarla merceklerin karıştırıldığının bir göstergesidir.

#### 4.1.3.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

Tablo 4.17 lise son ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin çukur ayna ile ilgili soruya verdikleri yanıtları göstermektedir.

Tablo 4.17 “Çukur ayna” sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
(D) Merkezdeki cismin görüntüsü merkezde oluşacaktır. Ancak P harfinin bir kısmı merkezin dışında olduğundan görüntüsü odakla merkez arasında oluşacaktır.	8 (5.45)	18 (50)	21 (14.29)	21 (58.33)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
(D) Merkezdeki bir cismin görüntüsü merkezde ve terstir.	25 (17)	7 (19.44)	42 (28.57)	3 (8.33)
<b>Toplam</b>	<b>33 (22.45)</b>	<b>25 (69.44)</b>	<b>63 (42.86)</b>	<b>24 (66.66)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğü düşünülüyor</b>				
(C) Merkezdeki cismin görüntüsü ters ve merkezde aynı boyda görünür.	46 (31.29)	9 (25)	65 (44.22)	11 (30.56)
<b>2. Sadece sağ-sol tersinmesi olacağı düşünülüyor (Düzlem ayna ile karıştırılıyor)</b>				
(B) Çukur aynalar da düz ayna gibi görüntünün simetriğini aynanın arkasında oluşturur	32 (21.77)	2 (5.56)	16 (10.88)	0
<b>3. Tek bir ışın çizerek, görüntünün ışının asal eksenini kestiği yerde oluşturulduğu durum</b>				
(A) Çukur aynaya paralel gönderilen ışın odakta yansır ve görüntü burada ters ve küçük oluşur.	23 (15.65)	0	2 (1.36)	0
<b>Toplam</b>	<b>101 (68.71)</b>	<b>11 (30.56)</b>	<b>83 (56.46)</b>	<b>11 (30.56)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>				
	6 (4.08)	0	0	0
<b>D. Yanıtsız</b>				
	7 (4.76)	0	1 (0.68)	1 (2.78)
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara bakıldığında öğretim öncesinde lise öğrencilerinin %22.45' i fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %69.44' ü bu kategoride yer almaktadır. Öğretim sonrasında ise bu oran lise öğrencilerinde %42.86 iken fizik öğretmen adaylarında %66.66 olmuştur. Lise öğrencilerinin yanıt yüzdeleri öğretim sonrasında artarken fizik öğretmen adaylarında az da olsa bir azalma olmuş ancak tam yanıt oranları da artmıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise çukur aynada görüntünün sadece başaşağı döndüğünü düşünerek yanıt veren, hem lise öğrencilerinin hem de fizik öğretmen adaylarının oranının öğretim sonrasında artış göstermesi, çukur aynada görüntü çiziminde lise ve üniversite seviyesinde iki boyutlu bir cisim kullanılarak uygulama yapılmadığını göstermektedir. Ayrıca her iki grupta da aynı düşünce biçiminin olması ve öğretim sonrasında da bu oranların artmış olması belki de öğretmen faktörünün de bu artışta bir payı olabileceği düşüncesini akla getirmektedir.

Düzlem ayna ile çukur aynaları karıştıran öğrencilerin oranı geleneksel öğretim öncesinde lise öğrencilerinde %21.77, fizik öğretmen adaylarında %5.56 olmuş; öğretim sonrasında ise lise öğrencilerinde bu oran %10.88' e düşerken fizik öğretmen adaylarından bu türden yanıt veren öğrenci çıkmamıştır. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar arasında son kategori olan ve tek bir ışınla görüntünün çizildiği ve A seçeneğindeki gibi oluşturulduğu türünden bir yanıt fizik öğretmenliği öğrencileri tarafından verilmezken, lise öğrencilerinin öğretim öncesinde %15.65' i öğretim sonrasında ise %1.36' sı böyle düşünmektedirler.

Her ne kadar fizik öğretmen adayları lise öğrencilerine göre daha başarılı olsalar da, sahip oldukları fikirler daha derinlemesine incelendiğinde pek çok kavramsal karmaşa yaşadıkları görülmektedir. Ayrıca hem lise hem de fizik öğretmen adaylarının kavramsal anlama testlerine verdikleri yanıtlardaki benzerlik öğrencilerle yapılan görüşmelerde de kendini göstermektedir. Böyle bir duruma örnek aşağıda verilmiştir. Lise öğrencilerinden Öğrenci 11 çukur aynadaki görüntünün özelliklerine ilişkin düşüncelerini açıklamaktadır.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 11:** Küçük, ters ve sanal.

**Görüşmeci:** Neden sanaldır?

**Öğrenci 11:** Düz aynada olduğu gibi görebiliyorduk görüntüyü ama burada olduğundan farklı görüyoruz.

**Görüşmeci:** Nasıl olduğundan farklı?

**Öğrenci 11:** Tam net değil görüntü, daha küçük ve ters.

Öğrenci 11' de pek çok öğrenci gibi sanal görüntüyü net gözlemleyemediğimiz görüntü olarak açıklamıştır. Bu duruma benzer bir yanıtta fizik öğretmen adaylarından Öğrenci 20 tarafından verilmiştir.

**Görüşmeci:** Görüntünün özellikleri nelerdir?

**Öğrenci 20:** Küçük, ters ve sanal.

**Görüşmeci:** Neden sanaldır?

**Öğrenci 20:** Çünkü görüntüyü net olarak oluşturamadık. Olduğundan farklı görüyoruz.

**Görüşmeci:** Eğer gerçek olsaydı nasıl gözleyecektik?

**Öğrenci 20:** Olduğu gibi ve net görürdük.

Hem Öğrenci 11' in hem de Öğrenci 20' nin pek çok arkadaşları gibi ekran üzerinde gözlemledikleri bir görüntüyü sanal olarak tanımlamış olmaları oldukça ilginçtir.

#### **4.1.4 Merceklerde Görüntü Oluşumuna İlişkin Bulgular**

Öğrencilerin mercekler ve merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin düşünce biçimlerini ortaya koymak amacıyla ilk, orta ve yükseköğretim öğrencileri için hazırlanan her iki kavramsal anlama testinde yer alan sorular Şekil 4.20 ve Şekil 4.21' de görülmektedir. İlköğretim öğrencileri için hazırlanan testte öğrencilerden ince ve kalın kenarlı mercekleri ayırt etmeleri istenmiştir. Şekil 4.20' de de görüldüğü gibi dedektifin elindeki ipuçlarını küçülten ve büyüten merceklerin neler olduğu sorulmaktadır.

**Soru 9. Hangi mercek?**

Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice inceleyiniz!



Dedektif Ararbulmaz bir cinayet ile ilgili olarak bıçağın üzerinde ipucu aramaktadır. Kullandığı ilk mercek ipuçlarını küçülmüş, sonra kullandığı mercek ise daha büyük göstermiştir.

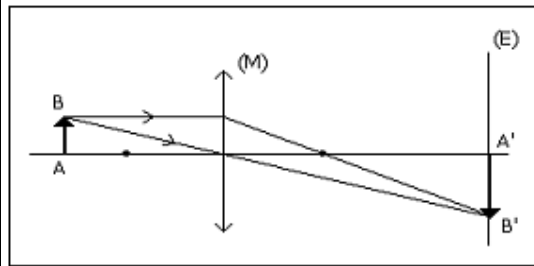
Sizce Dedektif Ararbulmaz'ın kullandığı 1. mercek ne tür bir mercektir? Açıklayınız.

Sizce Dedektif Ararbulmaz'ın kullandığı 2. mercek ne tür bir mercektir? Açıklayınız.

Şekil 4.20 İlköğretim öğrencilerinin testinde yer alan mercek sorusu

Şekil 4.21' de ise lise ve üniversite öğrencilerine merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin sorulan soru görülmektedir. Soruda aslında yakınsak bir mercekte oluşan görüntü kullanılarak öğrencilerin görüntü oluşumu için gereken şartlardan biri olan optik bir sistemin (ayna, mercek vb.) varlığından ne derece haberdar olduklarını sorgulamak amaçlanmıştır. Bununla birlikte merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal anlamaları da sorgulanmıştır.

**Soru 5:**



Soldaki şekilde, AB ışıklı bir cisim ve (M) ince kenarlı bir mercektir. AB cisminin (E) ekranındaki görüntüsü A'B' olarak verilmiştir.

(M) merceği kaldırılırsa ekran üzerinde ne gözlenir? Lütfen yanıtınızı bir şekil üzerinde çizerek açıklayınız.

Şekil 4.21 Lise ve üniversite öğrencilerinin testinde yer alan mercek sorusu



Bir sonraki kısımda sırasıyla ilköğretim, sınıf öğretmenliği, lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin bu sorulara ilişkin kavramsal anlamaları irdelenecektir.

#### 4.1.4.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.18 ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin mercekle ilgili soruya vemiş oldukları yanıtları göstermektedir. Tablo'dan da görüldüğü gibi öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt yüzdeleri öğretim öncesinde %16.75 iken, öğretimden sonra %43.35' e çıkmıştır. Ayrıca tam yanıt veren öğrencilerin oranı %7.88' den %24.63' e çıkarken, kısmi yanıtlar içinde yer alan iki kategorideki yanıtların oranlarının da öğretim sonrasında arttığı görülmektedir. Dolayısıyla geleneksel öğretim öğrencilerin ıraksak ve yakınsak merceklere ve özelliklerini ayırt etmede başarılı olduğunu söylemek mümkündür. Ancak bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında öğretim öncesinde %69.46 olan oran öğretim sonrasında %50.74' e düşmüş, ancak yine de yarı yarıya bir çoğunluğunluk bu türden yanıtlar vermiştir. Bu nedenle geleneksel öğretimin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranını arttırmasına karşın başarılı olduğunu söylemek çok da gerçekçi bir yaklaşım olmayacaktır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar detaylı olarak incelendiğinde dört ayrı kategoriden oluştuğu görülmektedir. Bunlardan birincisi ince ve kalın kenarlı merceklere birbirleri ile karıştırıldığı durumdur ki öğrencilerin öğretim öncesi %12.31' i *küçük gösteren mercek ince kenarlı büyük gösteren mercek kalın kenarlıdır* şeklinde açıklama yapmışlardır. Öğretim sonrasında ise bu türden yanıt veren öğrencilerin oranı artarak %22.66' ya ulaşmıştır. Mercek camlarının kalınlığına ya da boyutuna dayalı açıklama yapan öğrencilerin %9.36' sı ön testte %4.93' ü ise son testte *küçük camlı merceklere küçük, büyük camlı merceklere ise büyük göstereceğini* savunmaktadırlar. Bu grupta yer alan ve öğretimden sonra artış gösteren yanıt türünde öğrenciler *“birincisi ince camlıdır. bunun için ipuçlarını küçük gösterir. İkincisi kalın camlıdır, bu yüzden büyük gösterir.”* şeklinde açıklama yapmışlardır. Bu grupta yer alan ve öğretim sonrasında az da olsa artış göstererek yanıtlama oranı %0.98' den %2.46' ya çıkan kategoride öğrenciler *“Birinci kalın kenarlıdır. Çünkü kalın camdan görmek daha*

zordur. İkincisi ince kenarlıdır. Çünkü ince camdan görmek daha kolaydır.” biçiminde açıklama yapmışlardır. Son olarak öğrencilerin öğretim öncesinde %7.88’ inin “birinci mercek küçük, ikincisi büyük olduğu için öyle gözükür” şeklinde açıklamasından öğretim sonrasında yapan çıkmamıştır. Öğrencilerin merceğin konumuna dayalı açıklamadan öğretim öncesinde %3.45, öğretim sonrasında ise %1.48 oranında verdikleri görülmüştür.

Tablo 4.18 “Hangi mercek?” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Dedektifin ilk kullandığı mercek kalın kenarlı bir mercektir. Kalın kenarlı mercek cisimleri küçük gösterir. İkinci kullandığı mercek ise ince kenarlı mercektir. İnce kenarlı mercek ise cisimleri büyük gösterir.		16	7.88	50	24.63
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
Dedektifin ilk kullandığı mercek kalın kenarlı bir mercektir. İkinci kullandığı mercek ise ince kenarlı mercektir.		10	4.93	27	13.30
İlk mercek çukur şeklinde bir mercektir bu nedenle küçük gösteriyor. İkinci mercek ise tümsek yüzeyli olduğu için ipuçlarını büyük gösteriyor.		8	3.94	11	5.42
<b>Toplam</b>		<b>34</b>	<b>16.75</b>	<b>88</b>	<b>43.35</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. İnce ve kalın kenarlı merceklerin birbirleri ile karıştırıldığı durum</b>					
Küçük gösteren ince kenarlı mercektir. Büyük gösteren kalın kenarlı mercektir.		25	12.31	46	22.66
<b>2. Mercek camlarının kalınlığına ya da boyutuna dayalı açıklamalar</b>					
Birincisi küçük camlı ikincisi büyük camlı bir mercektir. Küçük camlılar küçük, büyük camlılar büyük gösterir.		19	9.36	10	4.93
Birincisi ince camlıdır. Bunun için ipuçlarını küçük gösterir. İkinci kalın camlıdır. Bu yüzden büyük gösterir.		6	2.96	15	7.39
Birinci kalın kenarlıdır. Çünkü kalın camdan görmek daha zordur. İkinci ince kenarlıdır. Çünkü ince camdan görmek daha kolaydır.		2	0.98	5	2.46
Birinci mercek küçük, ikincisi büyük olduğu için öyle gözükür.		16	7.88	0	0
<b>3. Merceğin konumuna dayalı yanıt</b>					
Birinci merceği uzak tuttuğu için küçük görür. İkinci merceği daha yakın tutmuştur.		7	3.45	3	1.48
<b>4. Sezgisel Yanıtlar</b>					
İlk kullandığı mercek küçültücü (küçülteç) ikinci kullandığı mercek büyütücü (büyüteç) bir mercektir.		46	22.67	15	7.39
Birincisi küçük, ikincisi büyük gösteren bir mercektir.		20	9.85	9	4.43
<b>Toplam</b>		<b>141</b>	<b>69.46</b>	<b>103</b>	<b>50.74</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>15</b>	<b>7.39</b>	<b>10</b>	<b>4.93</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>13</b>	<b>6.40</b>	<b>2</b>	<b>0.98</b>
		<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>

Bu grupta yer alan son kategori sezgisel yanıtların yer aldığı kategoridir. Bu kategoride öğrenciler gördüklerini her hangi bir bilimsel ifade kullanmazsınız olduğu gibi açıklamışlardır. Öğrencilerin ilk kullanılan merceği küçültücü (küçülteç), ikinci kullandığı merceği ise büyütücü (büyüteç) olarak tanımladığı yanıtın öğretim öncesinde %22.67, öğretim sonrasında ise %7.39 oranında olduğu görülmektedir. Birincisi büyük, ikincisi küçük gösteren mercektir diyen öğrencilerin oranının öğretim sonrasında %9.85'ten 4.43'e düştüğü görülmektedir.

Her ne kadar öğrencilerin teste verdikleri yanıtlar, öğretimin kavramsal anlama üzerine etkisinin çok da olumlu olmadığını gösterse de; yapılan görüşmelerde öğrencilerin genelde merceklerde ışığın davranışı ve özelliklerine ilişkin belirli bir bilimsel bakış açısına sahip oldukları görülmüştür. Bu duruma bir örnek olarak Öğrenci 4 ile mercekler üzerine yapılan görüşmenin aşağıda alıntısı verilmiştir.

**Görüşmeci:** *(Pek çok farklı büyüklükte ve çeşitte mercek öğrencinin önüne konur.)* Bu mercekleri birbirinden nasıl ayırt edersin?

**Öğrenci 4:** *(Merceklerle kağıt üzerindeki yazılara bakar.)* Bu büyük gösteriyor, bu küçük gösteriyor.

**Görüşmeci:** Hangisi kalın kenarlı, hangisi ince kenarlı peki?

**Öğrenci 4:** Küçük gösterenler kalın kenarlıdır. Ayrıca ortası çukur kenarları kalındır. Büyük gösteren ve kenarları ince ortası şişkin olan da ince kenarlıdır.

**Görüşmeci:** Yani hem dokunarak hem de görüntü özelliklerine bakarak ayırabiliriz diyorsun.

**Öğrenci 4:** Evet öğretmenim.

**Görüşmeci:** *(İnce kenarlı mercek optik dairenin üzerine konarak üç yarıkla fansttan ışık gönderiliyor.)* Işıklar nasıl bir doğrultu izliyor?

**Öğrenci 4:** Bir noktada toplanıyorlar hepsi.

**Görüşmeci:** Peki burada da aynalardaki gibi mi yoksa farklı mı davranıyor ışık?

**Öğrenci 4:** Işık merceklerde kırılır, aynalarda yansır.

**Görüşmeci:** Neden kırılır peki?

**Öğrenci 4:** Hava saydam bir ortamdır. Merceklerde saydam farklı kırılma indisi olan bir ortamdır. Bu yüzden ışığın iki ortamdaki yayılma hızları farklı olacağından kırılma olayı gerçekleşir.

Görüşme metninden de görüldüğü gibi Öğrenci 4 merceklere ayırt etmede başarılı olmuş ve merceklerdeki ışığın davranışına ilişkin de doğru açıklamalarda bulunmuştur. Özellikle öğrencinin merceklerde ışığın kırılması ile ilgili yapmış olduğu açıklama ve kırılma olayının oluş nedenini açıkça ifade edebilmesi bu yaş grubu öğrencilerinin az sayıda da olsa, böyle karmaşık bir olayı algılayabildiklerinin bir göstergesidir. Görüşme yapılan diğer 3 öğrenciden 2’ si de Öğrenci 4 gibi düşüncelerini doğru bir biçimde ifade edebilmektedirler.

#### 4.1.4.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Sınıf öğretmenliği adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrasında yakınsak mercek sorusuna verdikleri yanıt türleri ve bu yanıtları veren öğrenci oranları Tablo 4.19’ da görülmektedir.

Tablo 4.19 “Yakınsak mercek” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Mercek kaldırılınca ışıklı cisim ekran üzerinde parlak bir bölge oluşturur. Işınları bir noktada toplayacak bir mercek olmadığından herhangi bir görüntü oluşmaz.		15	10.13	24	16.21
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
AB ışıklı cismi ekranı aydınlatır.		3	2.03	7	4.73
<b>Toplam</b>		<b>18</b>	<b>12.16</b>	<b>31</b>	<b>20.94</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağı düşünülüyor</b>					
Mercek kaldırılınca ışınlar ekran üzerinde aynı biçimde görüntü oluşturacaklardır. Yani aynen görüntüyü görürüz.		79	53.38	78	52.70
Mercek kaldırılınca ışıklı cisimden çeşitli yönlerde ışınlar yayılacaktır. Bu durumda cisimden büyük ve düz bir görüntü oluşur.		11	7.43	4	2.70
<b>2. Ekranda cismin gölgesinin oluşacağı düşünülüyor</b>					
Ekran üzerinde cismin kendinden büyük bir gölgesi oluşacaktır.		8	5.40	11	7.43
<b>3. Ekran düzlem ayna gibi düşünülüyor</b>					
Ekranda yansıma olur ve ekran üzerinde değil ama ekranın arkasında görüntü oluşur.		19	12.84	9	6.08
<b>Toplam</b>		<b>117</b>	<b>79.05</b>	<b>102</b>	<b>68.92</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>3</b>	<b>2.03</b>	<b>3</b>	<b>2.03</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>10</b>	<b>6.76</b>	<b>12</b>	<b>8.11</b>
		<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

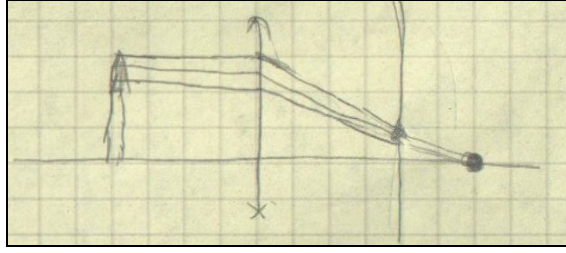
Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin %12.16' sının öğretim öncesinde, %20.94' ünün öğretim sonrasında bu türden yanıtlar verdikleri görülmüştür. Tam yanıt veren öğrencilerin oranı öğretimden önce %10.13 iken öğretimden sonra %16.21 olmuştur. Ancak Tablo 4.19' dan da görüldüğü gibi öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarda bir artış olsa da bu oldukça azdır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise üç ana grubun olduğu görülmektedir. Bu gruplardan en çok öne çıkan öğrencilerin herhangi bir optik araç olmaksızın görüntünün oluşacağını düşündükleri durumdur ki bu grupta iki farklı yanıt yer almaktadır. Bunlardan ilkinde öğrenciler *“Mercek kaldırılınca ışınlar ekran üzerinde aynı biçimde görüntü oluşturacaklardır. Yani aynen görüntüyü görürüz.”* şeklinde yanıt vermişlerdir. Bu yanıtı veren öğrencilerin oranı ise oldukça yüksek olup öğretimden önce %53.38, öğretimden sonra ise %52.70 olmuştur. Bu yanıtı benzer biçimde öğrencilerin ön testte %7.43' ü, son testte ise %2.70' i ekran üzerinde cisimden daha büyük ve düz bir görüntü oluşacağını ifade etmişlerdir. Bu yanıtlardan da görüldüğü gibi öğrencilerin herhangi bir optik araç (ayna, mercek vb.) olmadan görüntünün oluşacağını söylemeleri, merceğin ışık ışınlarının davranışını nasıl etkilediği konusunda bir fikre sahip olmamalarının sonucu olabilir. Ayrıca bir görüntünün ekran üzerinde oluşumu için olması gereken temel şartların da kavranmadığı buradan çıkarılabilecek başka bir sonuçtur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların diğer bir kategorisi de öğrencilerin cismin gölgesinin oluşacağını düşündükleri durumdur. Öğretim öncesinde bu düşünce biçimine sahip öğrencilerin oranı %5.40 iken öğretimden sonra %7.43'e yükselmektedir. Öğrencilerin görüntü oluşumu ile ilgili daha önceki soruya verilen yanıtlarda görüntü oluşumunu gölge olayı ile karıştırdıkları hatırlanırsa; bu soruda da mercek kaldırılınca ekran üzerinde cismin gölgesinin oluşacağını düşünmeleri, içeriğin değişmesine rağmen aynı kavramsal hatanın devam edeceğini göstermektedir.

Bu grupta yer alan son kategoride ise, öğrenciler ekranı düzlem ayna gibi düşünerek *“Ekranda yansıma olur ve ekran üzerinde değil ama ekranın arkasında görüntü oluşur.”* biçiminde ön testte %12.84 oranında, son testte ise %6.08 oranında yanıt vermişlerdir. Burada düzlem ayna gibi ekranın arkasında görüntü oluşacağını söylemesi, her yansımanın görüntü oluşumu ile sonuçlanması gerektiği düşüncesinin

bir sonucu olarak görülebilir. Bu nedenle öğrencilerin görüntü oluşumu için ne gibi şartların sağlanması gerektiğinin bilinmediği buradan da anlaşılmaktadır. Görüşme yapılan öğrencilerden Öğrenci 8' in yaptığı mercekte görüntü çizimi böyle bir duruma örnek olarak verilebilir. Şekil 4.22' de Öğrenci 8 tarafından çizilen görüntü çizimi görülmektedir.



Şekil 4.22 Öğrenci 8' in çizdiği ince kenarlı mercekte görüntü

Burada Öğrenci 8, ince kenarlı merceğin asal eksenine paralel gönderdiği bütün ışınları odak noktası dediği bir noktada kesiştirecek biçimde çizmiş ve görüntünün ekran olarak çizdiği düz çizgi üzerinde oluştuğunu yapılan görüşmede de ifade etmiştir. Buradan da görüldüğü gibi Öğrenci 8' de görüntünün oluşması için iki farklı noktadan gelen ışının gerektiğini kavrayamamıştır.

Öğrenci 9 merceklerin özelliklerine ilişkin olarak ilginç açıklamalarda bulunmuştur. Görüşme sırasında elde edilen bu ifadeler aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** *(Pek çok farklı büyüklükte ve çeşitte mercek öğrencinin önüne konur.)* Bu mercekleri birbirinden nasıl ayırt edersin?

**Öğrenci 9:** *(Mercekleri inceler ve dokunarak karar vermeye çalışır.)* Ortası şişkin kenarları ince ise ince kenarlıdır, ortası çukur kenarları kalın ise kalın kenarlıdır. İnce kenarlı ışığı toplar, kalın kenarlı dağıtır.

**Görüşmeci:** Bizim bu deneydeki merceğimiz ne tür?

**Öğrenci 9:** İnce kenarlı, ışığı toplamış.

**Görüşmeci:** Eğer kalın kenarlı mercek yerleştireydik nasıl bir görüntü olacaktı?

**Öğrenci 9:** Işığı dağıtıcaktı ve daha büyük bir görüntü elde edecektik bu yüzden.

**Görüşmeci:** Peki ince kenarlı yerine kalın kenarlı mercek koyalım?

**Öğrenci 9:** Görüntü oluşmadı burda.

**Görüşmeci:** Sen ne olmasını bekliyordun?

**Öğrenci 9:** Daha büyük bir görüntü oluşmalıydı. Ama ışığı dağıtıyor çok ilginç. Görüntü oluşmadı.

**Görüşmeci:** Neden böyle oldu dersin?

**Öğrenci 9:** Bilemiyorum hocam. Hiç bir fikrim yok.

Yukarıdaki alıntıda da görüldüğü gibi, Öğrenci 9 kendisine verilen mercekleri birbirinden ayırt ederken dokunmayı tercih etmektedir. Ayrıca ışığı toplayan merceğin ince kenarlı, dağıtan merceğin ise kalın kenarlı olduğunu söylemektedir. Ancak burada dikkati çeken nokta, kalın kenarlı merceğin ışığı dağıtmasından dolayı daha büyük bir görüntü oluşturacağını düşünülmesidir. Burada Öğrenci 9 ışığın davranışından dolayı mercede oluşacak görüntünün büyüyeceğini düşünmektedir. Bu nedenle mercek ışığı topluyorsa küçük, dağıtıyor ise büyük bir görüntünün oluşacağına inanmaktadır.

Mercekler ve göz kusurları üzerine doğrudan herhangi bir soru sorulmamasına karşın Öğrenci 7' nin bu konuda yaptığı açıklamalar oldukça ilgi çekici ve yaşam içerisindeki gözlemlerin bir sonucu olarak ortaya çıktığından aşağıda bu örnek tartışılacaktır.

**Görüşmeci:** *(Pek çok farklı büyüklükte ve çeşitte mercek öğrencinin önüne konur.)* Bu mercekleri birbirinden nasıl ayırt edersin?

**Öğrenci 7:** Kenarları kalın ise kalın kenarlıdır.

**Görüşmeci:** Bu merceklerle bir cisme baksak nasıl görürüz?

**Öğrenci 7:** Kalınla uzağı, ince ile yakını görürüz. Mesela miyop olanlar kalın kenarlı mercek olan gözlükler kullanırlar. Ben de miyopum ordan biliyorum.

**Görüşmeci:** Peki hangisi daha büyük gösterir sence?

**Öğrenci 7:** Işığı dağıtacak ve daha büyük bir görüntü elde edecektik bu yüzden.

**Görüşmeci:** Peki ince kenarlı yerine kalın kenarlı mercek koyalım?

**Öğrenci 7:** Kalın kenarlı büyütür. Çünkü uzağı göremeyenler kalın kenarlı kullanırlar. Böylece kalın kenarlı görüntüyü yakınlaştırır.

**Görüşmeci:** Tamam anladım.

Kendisi de gözlük kullanan Öğrenci 7 kendisinde var olan miyop göz kusurunun düzeltilmesinde kalın kenarlı mercek kullanıldığını bilmektedir. Fakat gözlükleri

sayesinde uzaktaki nesnelere kolayca görebildiği için kalın kenarlı merceklerin görüntüyü yakınlaştırdığını ve büyüttüğünü söylemektedir. Öğrenci 7' nin sahip olduğu bu yanılgılar günlük deneyimlerin kavramsal anlama üzerinde ne kadar güçlü bir etkisi olduğunun da bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

#### 4.1.4.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

Her ne kadar farklı sorular kullanarak öğrencilerin merceklerle ilgili kavramsal anlamaları ölçülmeye çalışılsa da; hem kavramsal anlama testlerine verilen yanıtlar, hem de görüşmelerden elde edilen veriler ilköğretim beşinci sınıf öğrencileri ile sınıf öğretmenliği adaylarının düşünce biçimleri arasında gözle görülebilir bir benzerlik olduğunu ortaya koymaktadır. Bununda ötesinde bazı öğrencilerin merceklerin özellikleri üzerine yaptıkları açıklamaların birbiri ile aynı olduğu gözlenmiştir. Böyle bir duruma ilişkin ilköğretim öğrencilerinden Öğrenci 2' ye ait bir alıntı aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** *(Pek çok farklı büyüklükte ve çeşitte mercek öğrencinin önüne konur.)* Bu mercekleri birbirinden nasıl ayırt edersin?

**Öğrenci 2:** *(Merceklerle kağıt üzerindeki yazılara bakar.)* Bu daha büyük gösteriyor, kalın kenarlı olmalı. Bu küçük gösteriyor ince kenarlıdır.

**Görüşmeci:** Peki. Size testte sorduğum soruya tekrar bakalım istersen.

**Öğrenci 2:** I. mercek ince kenarlı küçük gösteriyor. II. mercek kalın kenarlıdır, büyük gösteriyor yazmışım.

**Görüşmeci:** Yine aynı şekilde mi düşünüyorsun?

**Öğrenci 2:** Evet.

**Görüşmeci:** Bunu sana düşündüren sebep nedir?

**Öğrenci 2:** Çünkü kalın camlı gözlüğü olanlar daha büyük görüyor. Camları kalın olan büyük gösterir.

**Görüşmeci:** Anladım. Peki biz merceklerle iraksak ve yakınsak mercekler de diyoruz. Bunlardan hangisi yakınsak?

**Öğrenci 2:** Daha büyük gösteren kalın kenarlı yakınsak mercektir.



Öğrenci 2, yukarıda da görüldüğü gibi kalın kenarlı merceklerin daha büyük gösterdiğini düşünmektedir. Bu düşüncesinin nedenini de kalın camlı gözlüklerin daha büyük göstermesi şeklinde açıklamıştır. Sınıf öğretmenliği adaylarından Öğrenci 6' nın da aynı konu üzerine yaptığı açıklamalar aşağıda görülmektedir.

**Görüşmeci:** (*Pek çok farklı büyüklükte ve çeşitte mercek öğrencinin önüne konur.*) Bu mercekleri birbirinden nasıl ayırt edersin?

**Öğrenci 6:** Dokunurum. Şekillerine bakarım.

**Görüşmeci:** Görüntü özelliklerine göre ayıramaz mısınız? Mesela hangisi büyük hangisi küçük gösteriyor?

**Öğrenci 6:** Kalın kenarlı mercek büyük gösterir. Mesela bu elimde tuttuğum iki mercek farklı gösteriyor.

**Görüşmeci:** Hangisi kalın kenarlı?

**Öğrenci 6:** Mesela bu kalın kenarlıdır. Hmmm... Yanlış mı yapıyorum? Aslında ben bunu seçmişim kalın diye ama bu mercek küçük gösteriyor. Benim bildiğim kalın kenarlıların büyük göstermesi lazım.

**Görüşmeci:** Neden böyle bir kaniya vardın?

**Öğrenci 6:** (*Güler*). Hani böyle şişe camı gibi kalın camlı gözlükler oluyor ya çok büyük gösteriyor. O tür gözlük takanların gözlerini oldukça büyük görüyoruz.

**Görüşmeci:** Hmm... Yani onlar da bizi mi daha büyük görüyor?

**Öğrenci 6:** Evet. Kalın camlı gözlüklerle daha büyük görülüyor çünkü.

Öğrenci 6' da tıpkı Öğrenci 2 gibi düşünmekte ve sahip olduğu bu fikri aynı sebebe bağlamaktadır. Burada sadece iki örneği verilen benzer düşünceler başka öğrenciler tarafından da sergilenmiştir. Öğrencilerin kalın camlı gözlüklerin ve dolayısıyla da kalın kenarlı merceklerin büyük gösterdiğini düşünmeleri, bu tür gözlük takan kişilerin gözlerinin dışarıdaki kişiler tarafından daha büyük görünmesine bağlanmaktadır. Burada öğrenciler, özellikle de Öğrenci 6 açıkça "*biz gözlerini büyük görüyorsak o da bizi daha büyük görmeli*" şeklinde bir ifade ile düşüncesini özetlemiştir. Bu nedenle öğrenciler kalın kenarlı merceklerin cisimleri büyüttüğünü, ince kenarlıların ise küçülttüğünü düşünmektedirler. Her iki öğrenci de karşılaştıkları bu problemi günlük deneyimleri ile çözme yoluna gitmiş ancak kendilerince mantıklı bir açıklama ile

destekledikleri deneyimlerinin onları nasıl bir yanılgıya düşürdüğüne farkına varamamıştır. Çünkü öğrencilerin kendince problemin çözümüne yönelik buldukları yanıt oldukça mantıklı ve kullanışlıdır. Bu nedenle burada da bir örneği görülen bu türden yanılgıların ortadan kaldırılması gerçekten oldukça çaba gerektiren bir süreci gerektirmektedir. Ayrıca hem bir ilköğretim öğrencisinin, hem de ileride bu yaş grubuna öğretmenlik yapacak bir öğretmen adayının öğrencinin aynı biçimde kavram yanılgısına sahip olması, mezun olduğunda doğru bildiği bu yanılgıları da beraberinde öğrencilerine taşıyacağı düşünüldüğünde, bu yanılgıların farklı yaş ve öğrenim grubundaki öğrencilerde görünmesinin en önemli nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4.1.4.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Tablo 4.20’ de lise son sınıf öğrencilerinin yakınsak mercekleme sorusu ile ilgili geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlar ve öğrenci yüzdeleri verilmiştir.

Lise öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarına bakıldığında öğretim öncesinde %21.77 olan oranın öğretim sonrasında %22.45’ e yükseldiği görülmektedir. Bu kategorideki tam yanıt oranları öğretim öncesinde %17.01 öğretim sonrasında ise %13.60’ a düşmüştür. Kısmi yanıt oranlarının ise %4.76’ dan %8.85’ e yükseldiği Tablo 4.20’ den de görülmektedir. Her ne kadar bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı öğretim sonrasında artış gösterse de bu artışın tam yanıt oranlarında değil, kısmi yanıtların oranlarında olmuştur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar üç ana kategoriden oluşmuştur. Bunlardan ilki ve en çok orana sahip olanı, herhangi bir optik araç olmadan görüntünün oluşacağını düşüldüğü durumdur. Bu kategori içerisinde öğrenciler iki farklı türde yanıt vermişlerdir ve bunlardan birincisine göre, “*mercekleme kaldırıldığında görüntü aynen oluşur*” demişlerdir. Öğretimden önce öğrencilerin %47.62’ si öğretimden sonra ise %57.82’ si bu şekilde açıklama yapmışlardır. Bu kategorideki diğer yanıt “*görüntü daha büyük bir biçimde oluşur*” ifadesini, öğretim öncesinde öğrencilerin %10.88’ inin öğretim sonrasında ise %6.12’ sinin kullandığı görülmüştür.

Tablo 4.20 “Yakınsak mercek” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Mercek kaldırılınca ışıklı cisim ekran üzerinde parlak bir bölge oluşturur. Işınları bir noktada toplayacak bir mercek olmadığından herhangi bir görüntü oluşmaz.		25	17.01	20	13.60
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
Ekran aydınlanır.		7	4.76	13	8.85
<b>Toplam</b>		<b>32</b>	<b>21.77</b>	<b>33</b>	<b>22.45</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağı düşünülüyor</b>					
Mercek kaldırılınca ekrana ışınlar kırılmadan gider ekran üzerinde düz aynı boyda görüntü oluşur.		70	47.62	85	57.82
Mercek kaldırılınca ışıklı cisimden çeşitli yönlerde ışınlar yayılacaktır. Bu durumda cisimden büyük ve düz bir görüntü oluşur.		16	10.88	9	6.12
<b>2. Ekranda cismin gölgesinin oluşacağı düşünülüyor</b>					
Ekran üzerinde cismin kendinden büyük bir gölgesi oluşacaktır.		5	3.40	4	2.72
<b>3. Ekran düzlem ayna gibi düşünülüyor</b>					
Ekranda yansıma olur ve ekranın arkasında görüntü oluşur.		5	3.40	2	1.36
<b>Toplam</b>		<b>96</b>	<b>65.31</b>	<b>100</b>	<b>68.03</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>		<b>7</b>	<b>4.76</b>	<b>4</b>	<b>2.72</b>
<b>D. Yanıtsız</b>		<b>12</b>	<b>8.16</b>	<b>10</b>	<b>6.80</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların diğer bir kategorisi öğrencilerin ekranda cismin gölgesinin oluşacağını düşündükleri durumdur. Ön testte öğrencilerin %3.40' ı son testte ise %2.72' si bu kategoriye girmişlerdir. Bu grupta yer alan son kategoride ise öğrencilerin öğretimden önce %3.40' ı, öğretimden sonra ise %1.36' sı ekranı düzlem ayna gibi düşünerek arkasında bir görüntünün oluşacağını ifade etmişlerdir. Tablo 4.20' den de görüldüğü gibi öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt yüzdelerinin öğretim öncesi olduğu gibi, öğretim sonrasında da düşük olması geleneksel öğretim yönteminin kavramsal anlama üzerine olumlu bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Aşağıda öğrencilerin sahip oldukları düşünce biçimlerinin altında yatan nedenleri ortaya koymak amacıyla yapılan görüşmelerden birkaç örnek verilmiştir. İlk olarak Öğrenci 11 ile yukarıdaki soruya ilişkin yapılan görüşmeden elde edilen veriler aşağıda görülmektedir.

**Görüşmeci:** (*İnce kenarlı mercek düzeneği kurulur.*) Bu merceği kaldırırsam ekran üzerinde ne gözleriz?

**Öğrenci 11:** Aynı şekilde cisim ekran üzerinde oluşur bence.

**Görüşmeci:** Neden böyle düşünüyorsun?

**Öğrenci 11:** Çünkü ışınlar ekrandan yansıyor mumu görmemizi sağlayacaktır.

**Görüşmeci:** Bakalım mı?

**Görüşmeci:** (*Mercek kaldırılır.*) Ne görüyorsun?

**Öğrenci 11:** Herhangi birşey olmadı. Sadece ekranda ışık var.

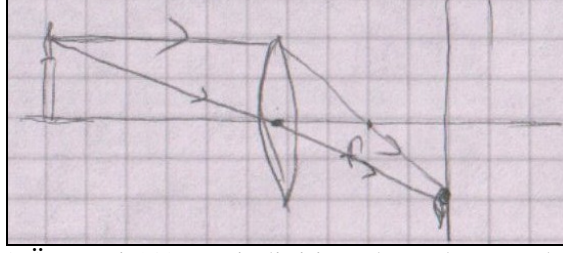
**Görüşmeci:** Neden böyle oldu dersin?

**Öğrenci 11:** Çünkü görüntüyü ekran üzerine düşürecek birşey yok. Eğer mumun arkasına bir ışık koyarsak oluşurdu.

**Görüşmeci:** Nasıl yani? Anlayamadım!

**Öğrenci 11:** Yani bu mumun arkasına bir el feneri koyarsak daha büyük bir görüntü elde edebilirdik.

Öğrenci 11 Tablo 4.20' den de görüldüğü gibi çoğunlukta olan “mercek kaldırıldığında da ekran üzerinde görüntüsünün oluşacağını” düşünen grup içerisinde yer almaktadır. Bu düşüncesinin sebebini “merceğin kaldırılmasından sonra ekrandan ışınların yansması sonucu mumun görülmesi” şeklinde ifade etmektedir. Ancak mercek kaldırılıp ekran üzerinde sadece aydınlık bir bölge gözlemledikten sonra bu durumun nedenini “görüntüyü ekran üzerine düşürecek birşey olmamasına” bağlamıştır. Öğrenci 11' in yukarıdaki ifadesinde ilgi çeken diğer bir nokta da, mercek olmaksızın ekran üzerinde görüntü oluşturabilmenin ancak mumun arkasına bir el feneri konarak olacağını düşünüyor olmasıdır. Açıkça “*Mumun arkasına bir el feneri koyarsak daha büyük bir görüntü elde edebilirdik.*” diyerek gölge oluşumu yerine görüntü oluşumu ifadesini kullanmıştır. Dolayısıyla kendisi gibi gölge ile görüntü oluşumunu karıştıran öğrencilerin düşüncelerini de açıklamaktadır. Öğrencilerin böyle bir yanılgıya sahip olmaları, gölgenin ve görüntünün hangi durumlarda oluştuğu konusunda kavramsal düzeyde sorun yaşadıklarını, özellikle de gölge olayını açıklarken ekran üzerinde gözlenen şeklin cismin görüntüsü olacağını ifade etmeleri Şekil 4.23' te Öğrenci 13 tarafından ince kenarlı mercekte görüntü oluşumu ile ilgili olarak çizilen şekilde de görülmektedir.



Şekil 4.23 Öğrenci 13' ün çizdiği ince kenarlı mercekte görüntü

Öğrenci 13 tarafından çizilen ince kenarlı merceğe ait deney düzeneğine ilişkin şekilde özellikle dikkati çeken nokta, cisim olarak çizilen mum alevinden gönderilen iki ışının mercekte kırıldıktan sonra kesiştikleri yerde sadece alevin görüntüsünün çizilmiş olmasıdır. Ayrıca görüntünün oluştuğu yere bir ekranın da çizilmiş olması öğrencinin aslında gözlemediği durumu resmettiğini göstermektedir. Her ne kadar ışınları doğru bir biçimde çizmiş de olsa, sadece alevin görüntüsünü oluşturması ve bunları ekran üzerinde göstermesi öğrencilerin üç boyutlu olarak kurulan bir deney düzeneğinin sonuçlarını kağıt üzerinde ve geometrik optik kurallarına uygun olarak çizmede yetersiz olduklarını göstermektedir. Benzer çizimlerin düzlem ayna ve küresel aynalarda da tekrarlandığı düşünüldüğünde öğrenilen bilgilerin uygulama düzeyinde kullanılmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

#### 4.1.4.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.21 fizik öğretmen adaylarının yakınsak mercek sorusuna verdikleri yanıt türleri ve bu yanıtları veren öğrencilerin oranları görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranlarına bakıldığında, öğretim öncesi öğrencilerin %44.44' ünün, öğretim sonrasında ise %47.22' sinin bu türden yanıtlar verdikleri görülmüştür. Tam yanıt veren öğrencilerin oranı ön testte %38.89 olurken, son testte %30.55' e düşmüştür. Öğretim öncesinde öğrencilerin sadece %5.56' sını kısmi yanıt verirken, öğretim sonrasında bu oran %16.67' ye yükselmiştir. Dolayısıyla bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlardaki öğretim sonrasında görülen artış sadece kısmi yanıt veren öğrencilerin sayısının artmasından kaynaklanmıştır.

Tablo 4.21 “Yakınsak mercek” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Mercek kaldırılınca ışıklı cisim ekran üzerinde parlak bir bölge oluşturur. Işınları bir noktada toplayacak bir mercek olmadığından herhangi bir görüntü oluşmaz.		14	38.89	11	30.55
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
AB ışıklı cisim kaldırılınca AB cisiminden çıkan ışınlar ekranı aydınlatır.		2	5.56	6	16.67
<b>Toplam</b>		<b>16</b>	<b>44.44</b>	<b>17</b>	<b>47.22</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağı düşünülüyor</b>					
Mercek kaldırılınca ışınlar ekran üzerinde aynı biçimde görüntü oluşturacaklardır. Yani aynen görüntüyü görürüz.		12	33.33	14	38.89
Mercek kaldırılınca ışıklı cisimden çeşitli yönlerde ışınlar yayılacaktır. Bu durumda cisimden büyük ve düz bir görüntü oluşur.		3	8.33	3	8.33
<b>2. Ekranda cismin gölgesinin oluşacağı düşünülüyor</b>					
Ekranın aydınlanan yerlerinde tam ve yarı gölgeler oluşacaktır.		3	8.33	1	2.78
<b>Toplam</b>		<b>18</b>	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>50</b>
<b>C. Yanıtsız</b>		<b>2</b>	<b>5.56</b>	<b>1</b>	<b>2.78</b>
		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarda iki ana kategorinin oluştuğu Tablo 4.21’ den de görülmektedir. Bunlardan ilki öğrencilerin mercek kaldırıldığında bile görüntünün oluşacağını düşündükleri durumdur. Öğretim öncesinde %33.33 oranında öğrenci bu türden yanıt verirken, öğretimden sonra bu oran %38.89’ a yükselmiştir ki, bu da tam yanıt yüzdesinden daha büyüktür. Bu kategorideki diğer yanıt türünde ise öğrencilerin ön testte ve son testte %8.33’ ü görüntünün eskisine oranla daha büyük bir biçimde oluşacağını düşünmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların son kategorisinde öğrencilerin geleneksel öğretim öncesinde %8.33’ ünün, öğretim sonrasında ise %2.78’ inin ekran üzerinde cismin gölgesinin oluşacağını düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin %50’ sinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara sahip olmaları ve bu oranı da öğretimin değiştirememiş olması öğretim sürecinin öğrencilerin kavramsal gelişimlerine herhangi bir katkı yapmadığını göstermektedir. Bu doğrultuda görüşmelerden elde edilen verilerden birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** (*İnce kenarlı mercek düzeneği kurulur.*) Bu merceği kaldırırsam ekran üzerinde ne gözleriz?

**Öğrenci 18:** Cisimle aynı şekilde ekran üzerinde görüntü oluşur bence.

**Görüşmeci:** Yani mumun görüntüsünü aynı biçimde ekranda görebileceğini düşünüyorsun?

**Öğrenci 18:** Evet.

**Görüşmeci:** Yapalım deneyi.

**Görüşmeci:** (*Mercek kaldırılır.*) Ne görüyorsun?

**Öğrenci 18:** Herhangi birşey olmadı.

**Görüşmeci:** Senin düşündüğün gibi birşey olmadı galiba. Neden böyle oldu dersin?

**Öğrenci 18:** Merceğimiz ışınları topluyordu. Ama kaldırılınca ışınlar dağıldı.

**Görüşmeci:** Peki senin düşündüğün gibi bir görüntünün oluşması için ne olması gerekirdi?

**Öğrenci 18:** Ben burada ışınların doğruca gidip o bölgede bir görüntü oluşturacaklarını düşünmüştüm. Çünkü mercek varken ışınları toplayan birşey vardı. Ama mercek yokken yine kaynaktan çıkan ışınlar o noktada gidip kendini oluşturacak diye düşündüm, ama her yöne dağılıyormuş.

Öğrenci 18 mercek kaldırılınca da görüntünün oluşacağını düşünmektedir. Merceğin ışınları bir noktada toplamasından dolayı görüntüyü oluşturduğunu söylemekte ve mercek kaldırılınca da ışınların dağılması sebebiyle görüntünün oluşmadığını ifade etmektedir. Ayrıca Öğrenci 18' in birçok arkadaşı gibi görüntünün oluşabilmesi için ışınların doğruca bir bölgede toplanması gerektiğini ifade ettiği ve görüntü için başka bir şarta gereksinim duymadığı görülmektedir.

Kurulan ince kenarlı mercek düzeneği ile ilgili olarak görüşmelerde öğrencilere aynı zamanda kavramsal anlama testinde de yer alan (6a ve 6b soruları) ve merceğin optik merkezine cisimden ve mercekten küçük bir karton daire yerleştirildiğinde ne olacağına ilişkin bir soru sorulmuştur. Öğrenci 19' un yanıtı örnek olarak aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** Bu merceğin önüne karton daireyi yerleştirirsem ne gözlenir?

**Öğrenci 19:** Görüntü aynı olmaz. Sadece üst kısmın görüntüsü oluşacaktır.

**Görüşmeci:** Tamam deneyelim o zaman.

**Öğrenci 19:** Cismin görüntüsü oluştu. Ben cismin bir kısmı engele takılacak ve o kısmın görüntüsü oluşmayacak diye düşünüyordum.

**Görüşmeci:** Oluşan görüntüde bir fark var mı peki?

**Öğrenci 19:** Evet netliği azaldı. Karton sanki ışınların bir kısmının geçmesine engel oluyor. Ama görüntüyü oluşturacak kadar da ışın geçebiliyor. Geçen ışın sayısı azaldığı için de görüntünün netliği azalıyor.

**Görüşmeci:** Peki görüntü nasıl oluyorda oluşuyor? Halbuki çizime göre ışınlar geçip görüntüyü oluşturamamıştı.

**Öğrenci 19:** Sonuçta sürekli bu özel ışınlara odaklanıp kaldığımız için yanılıyoruz. Aslında merceğe pekçok doğrultuda ışın geliyor. Ama derstede deneylerde de hep bu şekilde çiziyoruz.

Öğrenci 19 merceğin optik merkezi cisimden küçük karton daire ile kapatıldığında, ekran üzerinde cismin sadece ışınların merkeze ulaşabilen kısımlarının görüntüsünün oluşacağını düşünmektedir. Ancak deneme yapıldıktan sonra gözlemlediği sonuç O' nu şaşırtmış ve görüntünün oluşma sebebini kendisi açıklamıştır. Pek çok öğrenci gibi Öğrenci 19' da merceğin önüne yerleştirilen engel sebebiyle görüntünün tam olarak oluşamayacağını düşünmektedir. Burada öğrencinin düştüğü en büyük yanılgı, mercekten sadece bir özel ışının geçebildiğini düşündüğünden görüntüsünün oluşamayacağıdır. Çünkü öğrenciler, Öğrenci 19' un da ifade ettiği gibi özel ışınlar dışında merceğe başka doğrultularda ışınların gelmediğini düşünerek böyle bir yanılgıya kapılmaktadırlar. Derslerde yapılan çalışmalarda da herhangi bir ışının çizimi üzerine uygulamalar genelde yapılmadığından öğrenciler böylesine farklı bir durumla karşılaştıklarında bocalamaktadırlar. Bu nedenle yapılan klasik uygulamaların yanında öğrencilerin kavramsal anlamalarını da geliştirebilmek için farklı ve çeşitli problem durumlarıyla karşılaşmalarını sağlamanın önemi de ortaya çıkmaktadır.

#### **4.1.4.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmenliği Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Tablo 4.22' de lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmen adaylarının yakınsak mercek sorusuna ön test ve son testlerde verdikleri yanıtların yüzdelerini ve karşılaştırması sunulmaktadır.



Tablo 4.22 “Yakınsak mercek” sorusuna lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
Mercek kaldırılınca ışıklı cisim ekran üzerinde parlak bir bölge oluşturur. Işınları bir noktada toplayacak bir mercek olmadığından herhangi bir görüntü oluşmaz.	25 (17.01)	14 (38.89)	20 (13.60)	11 (30.55)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
AB ışıklı cismi ekranı aydınlatır.	7 (4.76)	2 (5.56)	13 (8.85)	6 (16.67)
<b>Toplam</b>	<b>32 (21.77)</b>	<b>16 (44.44)</b>	<b>33 (22.45)</b>	<b>17 (47.22)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Herhangi bir optik araç olmadan görüntü oluşacağı düşünülüyor</b>				
•(L.Ö.) Mercek kaldırılınca ekrana ışınlar kırılmadan gider ekran üzerinde düz aynı boyda görüntü oluşur. •Mercek kaldırılınca ışınlar ekran üzerinde aynı biçimde görüntü oluşturacaklardır. Yani aynen görüntüyü görürüz. (F.Ö)	70 (47.62)	12 (33.33)	85 (57.82)	14 (38.89)
Mercek kaldırılınca ışıklı cisimden çeşitli yönlerde ışınlar yayılacaktır. Bu durumda cisimden büyük ve düz bir görüntü oluşur.	16 (10.88)	3 (8.33)	9 (6.12)	3 (8.33)
<b>2. Ekranda cismin gölgesinin oluşacağı düşünülüyor</b>				
•(L.Ö) Ekran üzerinde cismin kendinden büyük bir gölgesi oluşacaktır. •(S.Ö) Ekranın aydınlanan yerlerinde tam ve yarı gölgeler oluşacaktır.	5 (3.40)	3 (8.33)	4 (2.72)	1 (2.78)
<b>3. Ekran düzlem ayna gibi düşünülüyor</b>				
Ekran yansıma olur ve ekranın arkasında görüntü oluşur.	5 (3.40)	0	2 (1.36)	0
<b>Toplam</b>	<b>96 (65.31)</b>	<b>18 (50)</b>	<b>100 (68.03)</b>	<b>18 (50)</b>
<b>C. Kodlanamaz Yanıtlar</b>				
	7 (4.76)	0	4 (2.72)	0
<b>D. Yanıtsız</b>				
	12 (8.16)	2 (5.56)	10 (6.80)	1 (2.78)
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarına bakıldığında her iki grupta öğretim sonrasında öğretim öncesine göre oldukça küçük bir artışın olduğu görülmektedir. Öyle ki bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar kendi içinde incelendiğinde tam yanıt veren öğrencilerin oranının öğretim sonrasında düşmesine karşın, kısmi yanıt oranlarında ise artış olmuştur. Dolayısıyla lise son sınıf öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtları öğretim sonrasında artarken, fizik

öğretmenliği adaylarının bu türden yanıtlarında öğretim öncesine göre bir değişim gözlenememiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar üç temel kategoriden oluşmuştur. Bunlardan birincisi öğrencilerin herhangi bir optik araç olmaksızın görüntünün oluşacağını düşündükleri durumdur. Bu kategoride iki farklı türde yanıt vardır. Lise son sınıf öğrencilerinin öğretim öncesinde %47.62' si, fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %33.33' ü “*mercek kaldırılınca ekran üzerinde cismin görüntüsü aynen oluşacaktır*” şeklinde düşünmektedirler. Öğretim sonrasında ise lise son sınıfların %57.82' si , fizik öğretmenliği öğrencilerinin %38.89' u bu düşünce biçimine sahiptirler. Bu yanıt türünde verilen yanıt oranlarının öğretim sonrasında artmış olması sonucunda, yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu bir etkisi olmadığını hatta olumsuz bir etki yaptığını söylemek mümkündür. Bu kategorideki diğer yanıt olan “*bu durumda cisimden büyük ve düz bir görüntü oluşur*” yanıtını öğretimden önce lise öğrencilerin %10.88' i, fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %8.33' ü, öğretimden sonra lise son sınıfların %6.12' si, fizik öğretmenliği öğrencilerinin yine %8.33' ü vermişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilmeyen yanıt kategorilerinden bir diğeri, öğrencilerin mercekle kaldırıldığı zaman ekran üzerinde cismin gölgesinin oluşacağını düşündükleri durumdur. Geleneksel öğretim öncesinde lise son sınıf öğrencilerinin %3.40' ı fizik öğretmenliği öğrencilerinin %8.33' ü, öğretimden sonra lise son sınıf öğrencilerinin %2.72' si, fizik öğretmenliği öğrencilerin ise %2.78' i ekran üzerinde cismin gölgesinin oluşacağını düşünmektedirler. Bu kategoride her iki grupta yer alan öğrencilerin oranları incelendiğinde, özellikle öğretim öncesinde fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıt yüzdelerinin fazla olduğu görülmektedir. Ancak öğretimden sonra oranlarda bir azalma görülmüştür.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar içerisinde yer alan son kategori ise sadece lise son sınıf öğrencilerinin yer aldığı ve ekranın düzlem ayna gibi düşünülerek ekran üzerinde bir görüntünün oluşacağını düşünülmesi durumdur. Öğretim öncesinde öğrencilerin %3.40' ı, öğretim sonrasında ise %1.36' sı bu türden yanıt vermişlerdir.

Tablo 4.22' de de görüldüğü gibi, lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmeni aday öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtlarda da daha önce olduğu gibi pek çok örtüşen

nokta vardır. Aynı durum yapılan görüşmelerde de devam etmiştir. Öğrencilerin benzer fikirlere sahip olduklarını gösteren görüşmelerden birkaç örnek aşağıda sunulmuştur. Öğrenci 16 fizik öğretmenliği öğrencilerindendir ve merceğin önüne yerleştirilen karton sorusu ile ilgili düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

**Görüşmeci:** Bu merceğin önüne karton daireyi yerleştirirsem ne gözlenir?

**Öğrenci 16:** Görüntü aynı olmaz. Sadece uç noktalardan ışınlar geçtiğine göre onların görüntüsü oluşur. Ara bölgenin olmaz diye düşünüyorum.

**Görüşmeci:** Peki halka şeklindeki kartonu yerleştirirsek ne olur?

**Öğrenci 16:** Görüntü oluşmaz diye düşünüyorum. Çünkü sadece optik merkezden tek bir ışın geçebiliyor. Bir ışınlada görüntü oluşmayacaktır.

**Görüşmeci:** Yapalım mı her iki deneyi de?

**Öğrenci 16:** Görüntü oluştu ama parlaklığı daha az. Her ikisinde de aynı oldu.

**Görüşmeci:** Neden böyle oldu dersin? Halbuki çizime göre ışınlar geçip görüntüyü oluşturamamıştı.

**Öğrenci 16:** Demek ki bu karton ışınların bir kısmını geçiriyor.

**Görüşmeci:** Nasıl geçirir?

**Öğrenci 16:** Yani yarısaydam, ışığı geçiren bir madde olabilir.

**Görüşmeci:** Yani sen burada görüntü oluştuğuna göre karton ışınları geçiriyordur diye mi düşünüyorsun?

**Öğrenci 16:** Evet.

**Görüşmeci:** Peki halka şeklindeki kartonu yerleştirdiğimizde oluşan görüntünün sebebi nedir?

**Öğrenci 16:** Işınların hepsi engellenmiyor diye düşünüyorum.

**Görüşmeci:** Peki bana bu iki olayın arasındaki farkı açıklar mısınız?

**Öğrenci 16:** Birincisinde karton yarısaydam olduğu için daha az ışın geçer. Diğerinde ise ortası zaten açık. Bu nedenle görüntü oluşacaktır.

**Görüşmeci:** Yani senin için merceğin ortasından mı ışınların geçmesi önemlidir?

**Öğrenci 16:** Evet. Çünkü merkezle odak noktası doğrultusunda ışınlar toplanıyor.

Öğrenci 16' ya göre daire şeklindeki karton merceğin önüne yerleştirildiğinde sadece mumun üst kısmındaki ışınların geçtiğini düşündüğünden o bölgelerin görüntüsünün oluşacağını söylemektedir. Halka şeklindeki kartonla mercekle

kapatıldığında ise, merceğin optik merkezinden sadece tek bir özel ışın geçtiği için görüntünün oluşmayacağını ifade etmektedir. Deneyler yapıp sonucu gördüğünde ise, daire şeklindeki karton kapatıldığında görüntünün oluşmasının nedenini kartonun ışığı geçirmesine bağlamıştır. Burada öğrencinin kartonun ışığı geçirmeyen ve saydam olmayan bir madde olmadığını düşünmemesi gerçekten ilginçtir. Öğrenci 16 halka şeklindeki karton yerleştirildiğinde görüntünün oluşmasının nedenini ise, merceğin ortası açık kaldığından ışınların merkezle odak noktası doğrultusunda toplanarak görüntüyü oluşturabileceği şeklinde ifade etmektedir. Görüşme yapılan fizik öğretmenliği öğrencilerinden Öğrenci 18' in de Öğrenci 16' ya benzer düşünce biçimine sahip olması, pek çok fizik öğretmen adayının öğretim sonrasında bile çeşitli yanılgılarında beraberlerinde öğretmenlik yaşamlarına götürdüklerinin bir göstergesidir.

Lise son sınıf öğrencilerinden Öğrenci 14' ün aynı karton sorusu ile ilgili düşünceleri aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Bu merceğin önüne karton daireyi yerleştirirsem ne gözlenir?

**Öğrenci 14:** Kartonu koyduğumuz yerden ışınlar geçemeyecek ve bunun için sadece üst tarafı görülebilir.

**Görüşmeci:** Peki halka şeklindeki kartonu yerleştirirsek ne olur?

**Öğrenci 14:** Aradan geçen ışınlar daha küçük bir görüntü oluşturur. Yani her ikisinde de sadece ışınların geçtiği kısmın görüntüsü oluşur.

**Görüşmeci:** Peki, deneyelim bakalım. Ne görüyorsun?

**Öğrenci 14:** Görüntü oluşuyor.

**Görüşmeci:** Karton yokken ki durumla bir fark var mı?

**Öğrenci 14:** Mercek yokken parlaklığı azalıyor. Görüntü oluşuyor ama mat.

**Görüşmeci:** Bu durumun sebebi ne olabilir acaba?

**Öğrenci 14:** Merceğin hepsini kapatmıyoruz. O yüzden görüntü oluşuyor.

**Görüşmeci:** Hepsinin kapalı olmaması sonucu nasıl bir etki oluyor?

**Öğrenci 14:** Yani gelen ışınlar bir şekilde yine belirli bir noktada toplanıyor.

Yukarıdaki alıntıda da görüldüğü gibi Öğrenci 14' de tıpkı Öğrenci 16 gibi merceğin daire şeklindeki kartonla kapatılması durumunda ışınların geçtiği kısmının görüntüsünün oluşacağını düşünmektedir. Her iki öğrenci de merceğin bir kısmının

kapatılması sonucunda görüntü üzerinde nasıl bir değişimin gözleneceği konusunda doğru bir fikir beyan edememişler ve hatta sonuçta ne olduğunu gözlemler bile bilimsel doğrulardan uzak bir yaklaşım sergilemişlerdir. Böylece hem lise son sınıf öğrencilerinin, hem de fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin merceklerde görüntü ile ilgili pek çok ortak düşünce biçimine sahip oldukları gerek kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlardan gerekse görüşmelerden elde edilen verilerle birkez daha ortaya konmuştur.

## 4.2 Renkler ile İlgili Bulgular

Bu başlık altında öğrencilerin renk kavramı, renklerin karışımı, ışık filtreleri ve renkli görmeye ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Her bir başlık altında öncelikle geleneksel öğretimin kavramsal anlamaya etkisini ölçmek için ön test ve son test verileri karşılaştırılmış ve ardından da ilköğretim öğrencileri sınıf öğretmeni adayları ile, lise son sınıf öğrencileri de fizik öğretmeni adayları ile kavramsal anlamaları bakımından karşılaştırılarak irdelenmiştir.

### 4.2.1 Renk Kavramına İlişkin Bulgular

Hazırlanan her iki kavramsal anlama testinde temelde ortak olan bu soru öğrencilerin renk kavramına ilişkin düşüncelerini ölçmeyi amaçlamaktadır. İlköğretim öğrencilerinin “dalga boyu” kavramını henüz öğrenmedikleri düşüncesiyle diğer testten farklı olarak sadece bu seçenek şıklar arasından kaldırılmıştır. Şekil 4.24’ de bu sorunun tanıtımı görülmektedir.

<p><b>Soru 9:</b> Sizce "renk" kavramı aşağıdaki durumlardan hangisi veya hangileriyle açıklanabilir?</p> <p>a) Renk bir maddedir. b) Renk bir dalga boyudur. c) Renk bir algılamadır. d) Renk bir ışıktır. e) Bunların dışında herhangi bir durum: .....</p> <p>Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız. ..... ..... .....</p>
---

Şekil 4.24 Renk kavramı ile ilgili her iki testte de yer alan soru

İki aşamalı türde hazırlanan bu soru çoktan seçmeli ve açık uçlu kısımdan oluşmaktadır. Bu soru ile ilgili öğrencilerin verdikleri yanıtlar aşağıda sırası ile ele alınıp görüşmelerden elde edilen verilerle birlikte tartışılmıştır.

#### 4.2.1.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.23 ilköğretim öğrencilerinin “*Renk nedir?*” sorusuna verdikleri yanıtları göstermektedir. Bu sorunun analizi sırasında, soruya yanıt veren öğrencilerin bir kısmı verdikleri yanıtların nedenlerini açıklarken, bir kısmının açıklama yapmadığı görülmüştür. Bu nedenle de herbir seçeneğin karşısına o şıkkı işaretleyen öğrencilerin sayısı ve yüzdesi yazılmış, ardından da bu yanıtla ilişkin öğrencilerin yaptıkları açıklamalar yüzdeleri ile birlikte verilmiştir. Soruya ait tablolardaki verilerin bu doğrultuda incelenmesi uygun olacaktır.

Tablo 4.23 “*Renk nedir?*” sorusuna ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ON TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>a) Renk bir maddedir.</b>	<b>66</b>	<b>32.51</b>	<b>58</b>	<b>28.57</b>
• Çünkü; cisimlerin rengini boyalar verir.	20	9.85	24	11.82
• Maddeler boşlukta yer kaplar cisimlerde renklidir.	16	7.88	20	9.85
<b>b) Renk bir algılamadır.</b>	<b>61</b>	<b>30.05</b>	<b>64</b>	<b>31.52</b>
• Çünkü; bir şeyi algılarımızla tanımlayabiliriz.	20	9.85	18	8.87
• Cisimleri algılamayla renklerini söyleriz.	5	2.46	7	3.45
• Çünkü, cisimleri renklerine bakarak ayırt edebiliriz.	14	6.90	10	4.93
<b>c) Renk bir ışıktır.</b>	<b>45</b>	<b>22.17</b>	<b>50</b>	<b>24.63</b>
• Çünkü renkli ampuller etrafı renkli yapar.	18	8.87	16	7.88
• Çünkü karanlıkta renkleri göremeyiz.	5	2.46	8	2.46
• Çünkü renkler ışıkla gözümüze yansır.	8	3.94	9	4.43
<b>c) Renk bir ışıktır.</b>				
Çünkü; beyaz ışığı prizma üzerine düşürdüğümüzde renkler oluşur. Renkler ışınların birleşmesinden oluşmuştur.	<b>5</b>	<b>2.46</b>	<b>6</b>	<b>2.96</b>
<b>d) Hepsi.</b>				
Renk bu seçeneklerin hepsini kapsayan bir durumdur.	<b>8</b>	<b>3.94</b>	<b>10</b>	<b>4.93</b>
<b>b, c)</b>	4	1.97	7	3.45
<b>a, b)</b>	4	1.97	4	1.97
<b>a, c)</b>	0	0	4	1.97
Yanıtsız	10	4.93	0	0
<b>TOPLAM</b>	<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

İlköğretim öğrencileri renk kavramını tanımlarken öğretim öncesinde %32.51' i rengi madde olarak ifade ederken, öğretimden sonra %28.57' si böyle düşünmektedir. Böyle düşünen öğrencilerin öğretim öncesi %9.85' inin öğretimden sonra da %11.82' sinin “cisimlerin boyalar sayesinde renklere sahip olduğunu” düşündükleri ortaya çıkmaktadır. Oldukça büyük bir oranda öğrenci de rengi algılama olarak tanımlamışlardır ki, öğretim öncesinde bu oran %30.05 iken öğretimden sonra %31.52' ye yükselmiştir. Rengi algılama olarak düşünen öğrencilerin %9.85' i öğretimden önce, %8.87' si ise öğretimden sonra “Bir şeyi algılarımızla tanımlarız ve bu da rengin algılama olduğunu gösterir” şeklinde açıklama yapmışlardır.

Öğrencilerin ön testte %22.17' si, son testte ise %24.63' ü rengi ışık olarak tanımlamışlardır. Ancak yaptıkları açıklamalar bilimsel olarak yeterli değildir. Bu öğrenciler, rengin ışık olmasını vitrinlerde veya tabelalarda gördükleri renkli ampüllere ya da ışık sayesinde renklerin görülebilmesine bağlamışlardır. Sadece öğrencilerin öğretim öncesinde %2.46' sı, öğretimden sonra ise %2.96' sı rengin ışık olmasını bilimsel olarak kabul edilebilir bir açıklamaya dayandırmışlar ve prizma üzerine düşürülen beyaz ışığın renkleri oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Ancak bu yanıtı veren öğrencilerin oranının her iki testte de oldukça düşük olduğu görülmektedir. Öğretim öncesinde öğrencilerin %3.94' ü, öğretimden sonra ise %4.93' ü tüm seçenekleri doğru kabul ederken, küçük oranlarda öğrencilerin de algılama-ışık, madde-algılama ve madde-ışık seçeneklerinden her ikisini de işaretledikleri görülmüştür.

Görüşmeler sırasında öğrencilere testte yer alan bu soru yöneltildiğinde aşağıdaki açıklamalar yapılmıştır.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 1:** Cisimleri değişik değişik görmemizi sağlar. Renk bir ışık değildir. Ama ışık olmadan da renkleri karanlıkta göremeyiz.

Başka bir öğrenci;

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 2:** Algıladığımız şeylerdir. Cisimleri ancak renklerini algılayarak ayırt edebiliriz.

Verilen alıntılarda görüldüğü gibi öğrenciler rengin ışık olmadığını cisimleri birbirinden ayırt etmede önemli ve algılayabildiğimiz birşey olduğunu ifade etmektedirler. Öğrencilerin rengi çoğunlukla madde ve algılama olarak ifade etmelerinin nedeni aslında renk kavramının gerek günlük yaşamda gerekse pek çok disiplinde sıkça kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü renk psikoloji bilimi açısından bakıldığında bir algılama, resim sanatı açısından bakıldığında ise bir madde olarak karşılımlarına çıkmaktadır. Ancak fen bilimleri ve fizik açısından bakıldığında ise rengin ışık spektrumunda görünür bölgede bulunan farklı dalga boylarına sahip ışıklar olduğunu söylemek doğru olacaktır. Bu nedenle öğrencilerin özellikle ön testte rengi madde ya da algılama olarak tanımlamaları oldukça doğaldır. Ancak öğretim sonrasında da bu durumun değişmemiş olması öğretimin bu ayrımı yapmada eksik kaldığını göstermektedir.

#### **4.2.1.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Sınıf öğretmeni adayları öğrencilerin öğretim öncesinde ve sonrasında bu soruya verdikleri yanıtların oranları ve öğrenci yüzdeleri Tablo 4.24’ te görülmektedir. İlköğretim öğrencilerine sorulan sorudan farklı olarak öğrencilerin düzeyi gözönüne alınarak bu soruda dalga boyu seçeneğinde şıklar arasına eklenmiştir. Dolayısıyla Tablo 4.24’ te de görüldüğü gibi sorunun doğru yanıtı dalga boyu seçeneği olmuştur.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %3.38’ i ön testte, %1.35’ i son testte rengi madde olarak tanımlamışlardır. Ön testte %33.78 oranında algılama seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranı son testte %21.62’ ye düşmüştür. Özellikle bu kategoride açıklama yapan öğrencilerin renk körü olan kişilerin renkleri diğer insanlardan farklı görmelerini gerekçe göstererek rengin algılama olduğunu söylemeleri ilgi çekicidir ki böyle düşünen öğrencilerin oranı ön testte %12.16 iken son testte %9.46’ ya düşmüştür. Geleneksel öğretimden önce öğrencilerin %27.70’ i, sonra ise %26.35’ i rengi ışık olarak tanımlamışlardır. “Beyaz ışığı prizma üzerine düşürdüğümüzde renkler oluşur” diyen öğrenciler öğretim öncesinde %5.40 öğretim sonrasında ise %8.11 oranındadır. Aslında



bu türden yanıt veren öğrencilerin yanıtlarını tamamen yanlış kabul etmek doğru olmamakla birlikte bu yaş grubu öğrencilerinin renk için dalga boyu tanımlamasını yapmaları gerekmektedir.

Tablo 4.24 “Renk nedir?” sorusuna sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>a) Renk bir maddedir.</b> Renk, boya gibi bir maddedir.	5	3.38	2	1.35
<b>b) Renk bir dalga boyudur.</b> Çünkü; ışık değişik dalga boylarından oluştuğundan cisimden yansıyan ışınlar farklı renkte gözlenir.	29	19.60	52	35.14
<b>c) Renk bir algılamadır.</b> • Renk körleri bazı renkleri bir başka renk olarak görüyor. Bu da rengin bir algılama olduğunu gösterir. • Çünkü, cisimleri renklerine bakarak ayırt edebiliriz.	50	33.78	32	21.62
<b>d) Renk bir ışıktır.</b> • Renkler ışınların birleşmesinden oluşmuştur. • Çünkü; beyaz ışığı prizma üzerine düşürdüğümüzde renkler oluşur.	41	27.70	39	26.35
<b>e) Hepsisi.</b> Renk bu seçeneklerin hepsini kapsayan bir durumdur.	3	2.03	9	6.08
<b>(b,c)</b>	13	8.78	7	4.73
<b>(c,d)</b>	4	2.70	7	4.73
Yanıtsız	3	2.03	0	0
<b>TOPLAM</b>	<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Öğrencilerin öğretim öncesinde %19.60’ ı, öğretim sonrasında ise %35.14’ ü rengi dalga boyu olarak tanımlamışlardır. Bu öğrencilerin %12.84’ ü ön testte, %21.62’ si son testte “Çünkü; ışık değişik dalga boylarından oluştuğundan cisimden yansıyan ışınlar farklı renkte gözlenir.” açıklamasını yapmışlardır. Öğretim sonrasında doğru yanıt veren öğrencilerin sayısının artması öğretimin olumlu bir etkisi olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Sınıf öğretmeni adaylarının %2.03’ ü öğretim öncesi, %6.08’ i öğretim sonrasında tüm yanıtların doğru olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca rengi hem dalga boyu hem de algılama olarak tanımlayan öğrenciler öğretimden önce %8.78’ lik bir orana sahipken

öğretimden sonra bu oran %4.73' e düşmüştür. Öğrencilerin ön testte %2.70' i, son testte ise %4.73' ü rengi algılama ve ışık olarak tanımlamayı tercih etmişlerdir.

Sınıf öğretmenliği öğrencileri ile yapılan görüşmelerde sorulan bu soruya ilişkin Öğrenci 5' in yaptığı açıklama aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 5:** Renk ışıkla ilgili bir şeydir.

**Görüşmeci:** Nasıl yani?

**Öğrenci 5:** Çünkü karanlıkta herşeyin rengi siyahtır. Ama aydınlıkta hepsi farklı renkte görünür. Cismin yapısı ile de ilgisi vardır. Mesela kırmızı bir cismin üzerine kırmızı gönderdiğimizde diğerlerini yutup kırmızıyı yansıtır. Işık olmazsa renkte olmaz.

Öğrenci 5, yaptığı açıklamada da görüldüğü gibi rengi ışık ile ilgili birşey olarak ifade etmiş ve ışık olmadan cisimlerin renklerinin siyah olacağını belirtmiştir.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 9:** Cisimleri ayırt etmede kullanırız. Algılamayla renkler oluşur.

Öğrenci 9 ise rengi algılama olarak tanımlayan öğrencilerdendir ve yukarıda yaptığı açıklama ilköğretim öğrencileri tarafından yapılan açıklama ile de oldukça benzerlik göstermektedir. İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin düşünce biçimleri arasındaki benzerlikler bir sonraki başlıkta detaylı bir şekilde tartışılmıştır.

#### **4.2.1.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

“Renk nedir?” sorusu ile ilgili olarak ilköğretim öğrencilerinin ve sınıf öğretmeni adayı öğrencilerin ön test ve son teste verdikleri yanıtlar Tablo 4.25’ de birbiriyle karşılaştırılarak verilmiştir.

Tablo 4.25 “Renk nedir?” sorusu ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)
<b>a) Renk bir maddedir.</b>	<b>66</b> <b>(32.51)</b>		<b>58</b> <b>(28.57)</b>	
• (İ.Ö) Çünkü; cisimlerin rengini boyalar verir.	20 (9.85)	<b>5</b> <b>(3.38)</b>	24 (11.82)	<b>2</b> <b>(1.35)</b>
• (S.Ö) Renk, boya gibi bir maddedir.	16 (7.88)	<b>0</b>	20 (9.85)	<b>0</b>
• Maddeler boşlukta yer kaplar cisimlerde renklidir. O nedenle maddedir.				
<b>b) Renk bir algılamadır.</b>	<b>61</b> <b>(30.05)</b>	<b>50</b> <b>(33.78)</b>	<b>64</b> <b>(31.52)</b>	<b>32</b> <b>(21.62)</b>
• (İ.Ö) Çünkü; bir şeyi algılarımızla tanımlayabiliriz.	20 (9.85)	18 (12.16)	18 (8.87)	14 (9.46)
• (S.Ö) Renk körleri bazı renkleri bir başka renk olarak görüyor. Bu da rengin bir algılama olduğunu gösterir.				
• Cisimleri algılamayla renklerini söyleriz.	5 (2.46)	0	7 (3.45)	0
• Çünkü, cisimleri renklerine bakarak ayırt edebiliriz.	14 (6.90)	22 (14.86)	10 (4.93)	10 (6.76)
<b>c) Renk bir dalga boyudur.</b>		<b>29</b> <b>(19.60)</b>		<b>52</b> <b>(35.14)</b>
Çünkü; ışık değişik dalga boylarından oluştuğundan cisimden yansıyan ışınlar farklı renkte gözlenir.	0	19 (12.84)	0	32 (21.62)
<b>d) Renk bir ışıktır.</b>	<b>45</b> <b>(22.17)</b>	<b>41</b> <b>(27.70)</b>	<b>50</b> <b>(24.63)</b>	<b>39</b> <b>(26.35)</b>
• Çünkü renkli ampuller etrafı renkli yapar.	18 (8.87)	0	16 (7.88)	0
• Çünkü karanlıkta renkleri göremeyiz.	5 (2.46)	0	8 (3.94)	0
• Çünkü renkler ışıkla gözümüze yansır.	8 (3.94)	15 (10.13)	9 (4.43)	10 (6.76)
• Renkler ışınların birleşmesinden oluşmuştur.	0		0	
• Çünkü; beyaz ışığı prizma üzerine düşürdüğümüzde renkler oluşur.	5 (2.46)	8 (5.40)	6 (2.96)	12 (8.11)
<b>e) Hepsisi.</b>	<b>8</b> <b>(3.94)</b>	<b>3</b> <b>(2.03)</b>	<b>10</b> <b>(4.93)</b>	<b>9</b> <b>(6.08)</b>
Renk bu seçeneklerin hepsini kapsayan bir durumdur.				
<b>b, c)</b>	4 (1.97)	13 (8.78)	7 (3.45)	7 (4.73)
<b>a, b)</b>	4 (1.97)	0	4 (1.97)	0
<b>a, c)</b>	0	0	4 (1.97)	0
<b>c, d)</b>	0	4 (2.70)	0	7 (4.73)
<b>Yanıtsız</b>	10 (4.93)	3 (2.03)	0	0
	<b>203</b> <b>(100)</b>	<b>148</b> <b>(100)</b>	<b>203</b> <b>(100)</b>	<b>148</b> <b>(100)</b>

Rengin bir madde olduğunu söyleyen ilköğretim öğrencilerinin oranının hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında sınıf öğretmenliği öğrencilerine göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. Benzer düşüncelerin oranına bakıldığında ilköğretim öğrencilerinin ön testte %9.85’ inin, sınıf öğretmeni adaylarının %3.38’ inin; son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %11.82’ sinin buna karşılık sınıf öğretmeni

adaylarının %1.35' inin “Çünkü; cisimlerin rengini boyalar verir. Renk, boya gibi bir maddedir.” açıklamasını yaptıkları görülmektedir. İlköğretim çağındaki çocukların boyalara ve resim yapmaya daha fazla zaman ayırdıkları düşünülürse aslında böyle bir sonucun çıkması olağandır.

Renk için algılama seçeneğini işaretleyen ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesi oranı %30.05 iken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranı %33.78' dir. Öğretim sonrası bu oranlar sırasıyla %31.52 ve %21.62 olmuştur. “Bir şeyi algılamakla tanıyabiliriz. Bu da rengin bir algılama olduğunu gösterir.” biçiminde ön testte açıklama yapan ilköğretim öğrencilerinin oranı %9.85, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranı ise %12.16' dır. Son testte ise bu oranlar azalarak sırasıyla %8.87 ve %9.46' ya düşmüştür. Rengin bir algılama olmasını, ancak renklerine bakarak cisimlerin ayırt edilebileceğine bağlayan ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesinde %6.90, öğretim sonrasında ise %4.93' lük bir orana sahip oldukları; sınıf öğretmeni adayı öğrencilerin ise ön testte %14.86, son testte ise bu oranının %6.76' ya düştüğü görülmektedir.

Rengi ışık olarak tanımlayan öğrencilerin oranı her iki öğrenci grupta da oldukça fazla olduğu Tablo 4.25' ten de görülmektedir. Öğretim öncesinde ilköğretim öğrencilerinin %22.17' si sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %24.63' ü, öğretimden sonra ise ilköğretim öğrencilerinin %27.70' i sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %26.35' i renk için ışıktır demişlerdir. Her iki gruptaki öğrenciler tarafından yapılan “beyaz ışığı prizma üzerine düşürdüğümüzde renkler oluşur” açıklamasını ,ön testte ilköğretim öğrencilerinin %2.46' sı sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ise %5.40' ı; son testte ise ilköğretim öğrencilerinin %2.96' sı sınıf öğretmenliği öğrencilerinin de %8.11' i tarafından yapıldığı görülmektedir.

Tablo 4.25' te her iki grupta yer alan öğrencilerin ortak yanıtlar verdikleri görülmektedir. Ayrıca yapılan görüşmelerde de benzer düşünce biçimlerine sıkça rastlanılmıştır. Bunlardan biri Öğrenci 4 ve Öğrenci 8 ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir ve örnek olarak aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 4:** Renk ışıktır bence.

**Görüşmeci:** Nasıl yani?

**Öğrenci 4:** Mesela beyaz ışığı ışık prizmasından geçirdiğimizde gökkuşağında gördüğümüz renkler oluşur. Bu yüzden renk ışıktır.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 8:** Gökkuşağı gibi ışınların karışımı. Yani prizmadan beyaz ışığı geçirince oluşan ışınlar renklidir. O zaman renk ışıktır.

Görüşme verilerinde de görüldüğü gibi ilköğretim öğrencisi Öğrenci 4 ve sınıf öğretmenliği öğrencisi Öğrenci 8 renk kavramını ışık olarak tanımlarken aynı gerekçeleri öne sürmüşlerdir. Hem görüşme hem de kavramsal anlama testinde bu soruyu verilen yanıtlardaki benzerlik aralarında oldukça fazla yaş farkı da olsa öğrencilerin aynı düşünce biçimlerine sahip olabileceklerinin bir göstergesi olarak görülebilir.

#### **4.2.1.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Tablo 4.26' da lise son sınıf öğrencilerinin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası uygulanan testlerinin analiz edilmesiyle elde edilen renk kavramı ile ilgili soruya ait öncelikle çoktan seçmeli kısma verilen yanıtlar, öğrenci sayıları ve yüzdeleri verilmiştir.

Lise son sınıf öğrencilerinin yanıtları incelendiğinde ön testte öğrencilerin %6.12' sinin, son testte ise %4.08' inin rengi boya gibi bir madde olarak tanımladıkları görülmektedir. Rengi bir dalgaboyu ve bilimsel olarak kabul edilebilir biçimde açıklayan öğrencilerin oranı öğretim öncesinde %12.25 iken öğretimden sonra bu oran %23.81' e yükselmiştir. Rengi algılama olarak tanımlayan öğrencilerin oranı ise diğer tüm seçeneklerden fazla olup öğretim öncesinde %43.54 iken, öğretimden sonra %38.78' e düşmüştür. Rengi ışık olarak tanımlayan öğrencilerin oranı ise ön testte %29.25, son testte %26.53 olmuştur. Öğrencilerin %6.12'si ise hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında bu seçeneklerin hepsini renk için doğru kabul etmişlerdir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtı veren lise son sınıf öğrencilerinin oranında

öğretim sonrasında artış olması az da olsa öğretimin olumlu bir etkisi olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4.26 “Renk nedir?” sorusuna lise öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>a) Renk bir maddedir.</b> Cisimler boya maddesi ile boyanır.	9	6.12	6	4.08
<b>b) Renk bir dalga boyudur.</b> Çünkü; ışık değişik dalga boylarından oluştuğundan cisimden yansıyan ışınlar değişik renkte gözlenir.	18	12.25	35	23.81
<b>c) Renk bir algılamadır.</b> •Çünkü; bir şeyi algılarımızla tanımlayabiliriz. •Çünkü, cisimleri renklerine bakarak ayırt edebiliriz.	64 18 29	43.54 12.25 19.73	57 15 25	38.78 10.20 17.01
<b>d) Renk bir ışıktır.</b> •Çünkü; beyaz ışık prizmadan geçince renkler oluşur. •Renkler farklı renkli ışınların birleşmesinden oluşmuştur.	43 12 10	29.25 8.16 6.80	39 15 17	26.53 10.20 11.56
<b>e) Hepsi.</b> Renk bu seçeneklerin hepsini kapsayan bir durumdur.	9	6.12	9	6.12
Yanıtız	4	2.72	1	0.68
<b>TOPLAM</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

#### 4.2.1.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.27, fizik öğretmenliği öğrencilerinin renk kavramı ile ilgili sahip oldukları düşünce biçimlerinin ön test ve son teste göre dağılımını ve oranlarını göstermektedir.

Fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin yanıtları incelendiğinde, bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranlarının hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında yüksek olduğu görülmektedir. Rengin bir dalgaboyu olduğunu söyleyen öğrenciler öğretim öncesinde %36.11’ lik bir orana sahipken, öğretim sonrasında bu oran artmış ve %47.22 olmuştur. Rengin bir madde olduğunu belirten öğrencilerin oranı ön testte %5.56 iken son testte bu türden yanıt veren öğrenci olmamıştır.

Tablo 4.27 “Renk nedir?” sorusuna fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
<b>a) Renk bir maddedir.</b> Çünkü; cisme rengini veren boyalardır.	2	5.56	0	0
<b>b) Renk bir dalga boyudur.</b> Çünkü; renkleri belirleyen ışınların dalga boylarıdır. Örneğin; mavi ve kırmızı ışığın dalga boyları farklı olduğundan renkleri de farklı görülür.	13	36.11	17	47.22
<b>c) Renk bir algılamadır.</b> Çünkü; cisimlerin renklerini algılarımız sayesinde ayırt edebiliriz.	5	13.89	9	25
<b>d) Renk bir ışıktır.</b> Çünkü; yüzeylerden bir kısım ışığın yansması sonucu renk oluşur. Örneğin, kırmızı cisim kırmızı görmemizin sebebi diğer ışınları soğurup kırmızıyı yansıtmasıdır.	8	22.22	8	22.22
<b>e) Hepsi</b>	8	22.22	1	2.78
Yanıtsız	0	0	1	2.78
<b>TOPLAM</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Rengi bir algılama olarak tanımlayan öğrencilerin oranı öğretim sonrasında %13.89’ dan %25’ e ulaşırken, rengi bir ışık olarak açıklayan öğrencilerin oranı hem ön testte hem de son testte değişmeden kalmıştır (%22.22). Rengi madde, ışık, dalga boyu ve algılama olarak tanımlayan öğrencilerin oranı ise öğretimden önce %22.22 iken bu oran öğretimden sonra %2.78’ e düşmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sırasında rengi bu dört kavramın hepsiyle tanımlayan Öğrenci 17 aşağıdaki gibi bir açıklama yapmıştır.

**Görüşmeci:** Renk nedir?

**Öğrenci 17:** Renk bence bu seçeneklerin hepsidir.

**Görüşmeci:** Bu düşünceni biraz açıklar mısın?

**Öğrenci 17:** Renk maddedir. Maddeleri renklerine bakarak ayırt ederiz. Renk dalga boyudur çünkü, her rengin dalga boyu farklıdır. Algılamadır çünkü, iki ayrı insan aynı rengi farklı tonlarda görebilir. Işıktır çünkü farklı dalga boyundaki ışınlar beyaz ışığı oluşturur.

Öğrenci 17 verdiği yanıtın nedenlerini gerekçeleri ile ifade etmektedir. Aslında söyledikleri bir açıdan bakıldığında yanlış olmamakla birlikte, burada asıl önemli nokta cisimlerin renklerini farklı görmemizi sağlayan temel neden olan ışınların dalga boylarındaki farklılığın ortaya konmasıdır. Bu nedenle Öğrenci 17' nin açıklaması her seçeneğe uygun bir açıklamadan ileriye gidememektedir. Lise ve fizik öğretmeni adayı öğrencilerin bu soruya ilişkin verdikleri yanıtların karşılaştırılması bir sonraki başlık altında verilmektedir.

#### **4.2.1.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmeni adayı öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasında renk kavramı ile ilgili soruya verdikleri yanıtların türleri ve bu yanıtları veren öğrencilerin oranları Tablo 4.28' de verilmektedir.

Lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları incelendiğinde ortak söylemler göze çarpmaktadır. Örneğin; öğretimden önce lise öğrencilerinin %12.25' i fizik öğretmenliği öğrencilerinin %23.81' i, son testte ise lise öğrencilerinin %36.11' i fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %47.22' si ışığın farklı dalga boylarından oluştuğunu ifade etmişlerdir. Rengi algılama olarak tanımlayan lise öğrencilerinden ön testte %12.25'i, fizik öğretmenliği öğrencilerinden %10.20' si, son testte ise lise öğrencilerinden %13.89' u son testte %25' i *“bir şeyi algılarımızla tanımlayabiliriz bu yüzden renk algılamadır”* açıklamasını yapmışlardır.

Tablo 4.28' den de görüldüğü gibi, öğrencilerin renk kavramına ilişkin olarak verdikleri yanıtların ve yapıları açıklamaların benzer olduğu görülmektedir. Ancak fizik öğretmenliği öğrencilerinin öğretim sonrasında lise öğrencilerine göre daha başarılı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.



Tablo 4.28 “Renk nedir?” sorusu ile ilgili lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>a) Renk bir maddedir.</b> • (L.Ö) Cisimler boya maddesi ile boyanır. • (F.Ö) Çünkü; cisimlere rengini veren boyalardır.	9 (6.12)	2 (5.56)	6 (4.08)	0
<b>b) Renk bir dalga boyudur.</b> •(L.Ö) Çünkü; ışık değişik dalga boylarından oluştuğundan cisimden yansıyan ışınlar farklı renkte gözlenir. •(F. Ö) Çünkü; renkleri belirleyen ışınların dalga boylarıdır. Örneğin; mavi ve kırmızı ışığın dalga boyları farklı olduğundan renkleri de farklı görülür	18 (12.25)	13 (36.11)	35 (23.81)	17 (47.22)
<b>b) Renk bir algılamadır.</b> • (L.Ö) Çünkü; bir şeyi algılarımızla tanımlayabiliriz. • (L.Ö) Çünkü; cisimlerin renklerini algılarımız sayesinde ayırt edebiliriz. • (L.Ö) Çünkü, cisimleri renklerine bakarak ayırt edebiliriz.	<b>64</b> <b>(30.05)</b> 18 (12.25) 29 (19.73)	<b>5</b> <b>(13.89)</b> 0	<b>57</b> <b>(38.78)</b> 15 (10.20) 25 (17.01)	<b>9</b> <b>(25)</b> 0
<b>d) Renk bir ışıktır.</b> • (L.Ö) Renkler, farklı renkteki ışınların birleşmesinden oluşmuştur. • (L.Ö) Çünkü; beyaz ışık prizmadan geçince farklı renkler oluşur. • (F.Ö) Çünkü; yüzeylerden bir kısım ışığın yansıması sonucu renk oluşur. Örneğin, kırmızı cisim kırmızı görmemizin sebebi diğer ışınları soğurup kırmızıyı yansıtmasıdır	<b>43</b> <b>(29.25)</b> 10 (6.80) 12 (8.16) 0	0 0 <b>8</b> <b>(22.22)</b>	<b>39</b> <b>(26.53)</b> 17 (11.56) 15 (10.20) 0	0 0 0 <b>8</b> <b>(22.22)</b>
<b>e) Hepsisi.</b> Renk bu seçeneklerin hepsini kapsayan bir durumdur.	9 (6.12)	8 (22.22)	9 (6.12)	1 (2.78)
<b>Yanıtsız</b>	4 (2.72)	0	1 (0.68)	1 (2.78)
	<b>147</b> <b>(100)</b>	<b>36</b> <b>(100)</b>	<b>147</b> <b>(100)</b>	<b>36</b> <b>(100)</b>

#### 4.2.2 Renklerin Karışımına İlişkin Bulgular

Hazırlanan her iki kavramsal anlama testinde ortak olan bu soru öğrencilerin renklerin karışımına ve özelliklerine ilişkin düşünce biçimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Şekil 4.25’ de bu sorunun tanıtımı görülmektedir.

**Soru 7:** Bir sahne gösterisinde, yeşil ışık demeti ve kırmızı ışık demeti beyaz bir ekran üzerinde aynı noktaya düşürülüyor.

**a)** Işıkların ekran üzerinde üst üste geldikleri yerde aşağıdaki renk ya da renklerden hangisini gözlersiniz? İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

Beyaz  Kırmızı ve yeşil

Kahverengi  Mavi

Sarı  Siyah

Şekil 4.25 Renklerin karışımına ilişkin her iki testte de ortak alan soru

#### 4.2.2.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.29, ilköğretim öğrencilerinin renklerin karışımı ile ilgili sorulan soruya verdikleri yanıtların oranlarını göstermektedir.

Tablo 4.29 İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin renklerin karışımı sorusuna verdikleri yanıtlar

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
Beyaz	16	7.88	40	19.70
Kahverengi	66	32.51	65	32.02
Sarı	13	6.40	10	4.93
Kırmızı ve Yeşil	67	33.01	43	21.18
Mavi	13	6.40	12	5.91
Siyah	25	12.32	33	16.26
Yanıtsız	3	1.48	0	0
<b>TOPLAM</b>	<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>

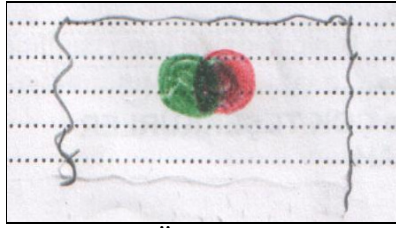
\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Tablo 4.29' da da görüldüğü gibi öğrencilerin sadece %6.40' ı öğretim öncesi, %4.93' ü ise öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ise (öğretim öncesinde %32.51' i, öğretim sonrasında %32.02' si) kahverengi seçeneğini işaretlemişler ve yaptıkları çizimlerde boya kalemlerini kullanarak kırmızı ve yeşil boyaları karıştırma yoluna gitmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin farklı renkteki boyalarla farklı renklerdeki ışınları karıştırmanın aynı sonucu doğuracağını düşündüklerini ortaya koymaktadır.

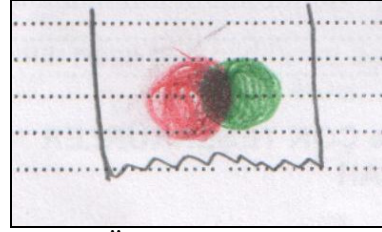
Beyaz rengin oluşacağını düşünen öğrencilerin oranı ön testte %7.88, son testte %19.70 iken; ekran üzerinde kırmızı ve yeşil renklerin oluşacağını düşünen öğrencilerin oranının da azımsanamayacak kadar fazla olduğu görülmektedir (ön testte %33.01, son

testte %21.18). Öğretimden önce öğrencilerin %6.40' ı, öğretimden sonra ise %5.91' i mavi rengin oluşacağını düşünmektedirler. Siyah rengin oluşacağını düşünen öğrencilerin ön testteki oranı %12.32 iken, son testte bu oran %16.26' ya yükselmektedir.

Görüşme yapılan öğrencilerden Öğrenci 3' ün bu soruyla ilgili olarak ön test ve son testte yaptığı çizimler aşağıda örnek olarak verilmiştir.



Şekil 4.26a Öğrenci 3' ün ön testte yaptığı çizim



Şekil 4.26b Öğrenci 3' ün son testte yaptığı çizim

Öğrenci 3 hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında sahip olduğu düşünce biçimini değiştirmeyerek kırmızı ve yeşil boya karışımı olan kahverengini elde etmiş ve seçenek olarak da kahverengiye işaretlemiştir. Öğrenci 3 gibi düşünen ve aynı biçimde soruyu cevaplandırma yoluna giden pek çok öğrencinin olduğu göz önüne alınırsa bu durum öğrencilerin boyalardaki renklerin karışımı ile farklı renkteki ışınların karışımının nasıl olacağı konusunda kavramsal bir kargaşa yaşadıklarının somut bir göstergesidir. Ayrıca öğretim sonrasında da bu durumun öğretim öncesinde benzer bir çoğunluk tarafından benimsenmeye devam etmesi geleneksel öğretim sürecinde bu öğrencilere bu ayrımın kavratılmadığını da ortaya koymaktadır. Bu nedendir ki öğrenciler, önceki başlıklarda incelenen renk nedir sorusuna da oldukça yoğun bir biçimde boya gibi bir madde açıklamasını getirmişlerdir.

#### 4.2.2.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Sınıf öğretmenliği adayı öğrencilerin kırmızı ve yeşil renkteki ışınların karışımı ile ilgili verdikleri yanıtların oranları Tablo 4.30' da görülmektedir.

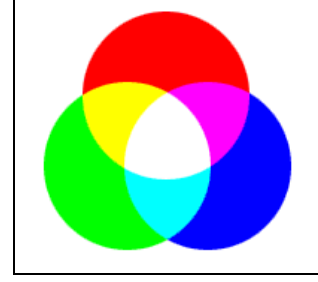
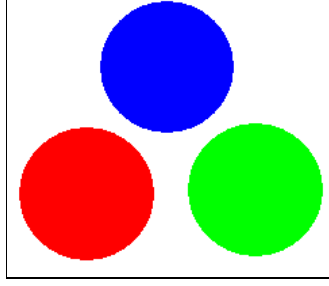
Tablo 4. 30 Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin renklerin karışımı sorusuna verdikleri yanıtlar

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
Beyaz	18	12.16	3	2.03
Kahverengi	29	19.60	6	4.05
Sarı	13	8.78	63	42.57
Kırmızı ve Yeşil	58	39.19	60	40.54
Mavi	13	8.78	5	3.38
Siyah	15	10.14	9	6.08
Yanıtsız	2	1.35	2	1.35
<b>TOPLAM</b>	<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Sınıf öğretmeni adayı öğrencilerin %8.78'i ön testte doğru yanıt verirken, öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt olan "sarı" seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranı %42.57' ye ulaşmaktadır ki bu da öğretimin bu açıdan başarılı geçtiği sonucunu ortaya koymaktadır. Boyaların karışımı olan kahverengi yanıtı veren öğrencilerin oranı da öğretim sonrasında %19.60' dan %4.05' e gerilediği görülmektedir. Tablo 4.30' da "kırmızı ve yeşil" seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranının oldukça fazla olduğu ve öğretim öncesinde %39.19 olan oranın, öğretimden sonra 40.54' e yükseldiği görülmektedir. Mavi renk oluşur diyen öğrenciler ön testte %8.78' den son testte %3.38' e, siyah oluşur diyenlerin oranı da ön testte %10.14' ten, son testte %6.08' e düşmektedir.

Renklerle ilgili öğrencilerle yapılan görüşmelerde bazen bilgisayar animasyonlarından da faydalanılmıştır. Bunlardan biri kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık hüzmelerinin birbiri ile kesiştirilerek renklerin karışımının elde edilmesini içermektedir. Şekil 4.27' de ilk şekilde daireler kesiştirilmeden önceki durum, ikinci şekilde ise karışım renklerinin oluştuğu durum görülmektedir.



Şekil 4.27 Renklerin karışımlarına ilişkin bilgisayar animasyonunun gösterimi

Öğrencilerle bu durum üzerine yapılan tartışmalardan bir kaç örnek aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Sence bu kırmızı, yeşil ve mavi renkleri neden sana gösteriyor olabilirim?

**Öğrenci 8:** Bunlar ana renklerdir ve üçü birleşince beyaz elde edilir.

**Görüşmeci:** (*Daireleri kesiştirir.*) Tamam birleştirelim o zaman. Nasıl oldu da beyaz renk oluştu?

**Öğrenci 8:** Çünkü bu renkler ana renkleri oluşturur, ana renkler de beyazı oluşturur.

Burada Öğrenci 8 doğru bir tahminle bu renklerin ana renkler olduğunu ve üç ana rengin birleşerek beyazı oluşturacağını ifade etmektedir. Buna karşılık Öğrenci 9 aynı durum için aşağıda verilen açıklamayı yapmaktadır.

**Görüşmeci:** Kırmızı, yeşil ve mavi renkler sana birşey hatırlatıyor mu?

**Öğrenci 9:** Hmmm.. Hayır hocam pek hatırlatmıyor.

**Görüşmeci:** Peki ana renkler nelerdir diye sorsam ne dersin?

**Öğrenci 9:** Kırmızı, mavi ve sarı diye biliyorum. Sanat eğitimi dersimizde görmüştük.

**Görüşmeci:** Peki ana renklerle ilgili başka ne hatırlıyorsun?

**Öğrenci 9:** Ana renkler diğer ara renkleri oluşturuyordu.

**Görüşmeci:** (*Daireleri kesiştirir.*) Bu daireleri birleştirelim bakalım ne olacak? Nasıl oldu da beyaz renk oluştu?

**Öğrenci 9:** Hmmm... Benim öğrendiğim kadarıyla beyaz ve siyah bir renk değildir. Demek ki bu renklerin karışımından beyaz oluşabiliyormuş.

Öğrenci 9 resim dersinde öğrendiği ana renkleri ışıktaki renklerle karıştırmaktadır. Kendisinden ana renkleri sayması istendiğinde Kırmızı, Sarı ve Mavi rengi söylemiştir. Dolayısıyla da pek çok öğrencinin düştüğü bir yanılgının altında yatan nedeni de açığa çıkarmaktadır. Renklerin karışımı ile ilgili olan bu karmaşa boya renkleri ve ışık renkleri arasında hep var olmuştur ve ancak her iki disiplin alanının (resim ve fizik) ortak çalışması ile öğrenciler böyle bir çelişkinin varlığı konusunda bilgilendirilirse bu tür yanılgılar ortadan kaldırılabilecektir.

#### 4.2.2.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adayı öğrencilerin renklerin karışımları ile ilgili soruya verdikleri yanıtları karşılaştırmalı olarak Tablo 4.31’ de verilmektedir.

Tablo 4.31 incelendiğinde, doğru yanıtı veren ilköğretim öğrencilerinin oranının öğretim sonrasında azaldığı, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranının ise büyük bir oranda arttığı görülmektedir. Kırmızı ve yeşil boya renkleri karıştırarak kahverengi rengini elde eden öğrencilerin oranı ilköğretimde öğretim sonrasında %32.51’ den %32.02’ ye çok az bir değişim gösterirken; sınıf öğretmenliği öğrencilerinde bu değişim %19.60’ dan %4.05’ e azalma yönünde görülmektedir. Öğretimden önce her iki grupta da siyah yanıtını işaretleyen öğrencilerin oranı birbirine yakın iken öğretimden sonra ilköğretim öğrencilerinde bu yanıtı verenlerin oranı %16.26’ ya yükselmekte, sınıf öğretmenliği öğrencilerinde ise %6.08’ e düşmektedir.

Tablo 4.31 Renklerin karışımı ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)
Beyaz	16 (7.88)	18 (12.16)	40 (19.70)	3 (2.03)
Kahverengi	66 (32.51)	29 (19.60)	65 (32.02)	6 (4.05)
Sarı	13 (6.40)	13 (8.78)	10 (4.93)	63 (42.57)
Kırmızı ve Yeşil	67 (33.01)	58 (39.19)	43 (21.18)	60 (40.54)
Mavi	13 (6.40)	13 (8.78)	12 (5.91)	5 (3.38)
Siyah	25 (12.32)	15 (10.14)	33 (16.26)	9 (6.08)
Yanıtsız	3 (1.48)	2 (1.35)	0	2 (1.35)
	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Tablo 4.31'deki oranlar incelendiğinde göze çarpan en önemli nokta öğretim sonrasında sınıf öğretmenliği adayı öğrenciler de olumlu bir gelişim gözlenirken ilköğretim öğrencilerinde tam tersine olumsuz yönde bir değişim olduğudur. Bu durum, ilköğretim öğrencilerinin renklerin karışımı konusu ile ilgili kavramsal düzeyde oldukça fazla sorun yaşadıklarının ve bu sorunu çözmeye de uygulanan öğretim yöntem ve izlenen programın yetersiz olduğunun bir göstergesidir.

Her ne kadar ilköğretim öğrencilerine göre sınıf öğretmenliği öğrencilerinin değişimi olumlu görünse de yapılan görüşmelerden elde edilen veriler her iki gruptaki öğrencilerin aynı kavramsal karmaşayı yaşadığını göstermektedir. Bu duruma ilköğretimde okuyan Öğrenci 3 ve sınıf öğretmeni adayı Öğrenci 8 ile yapılan görüşmeler örnek olarak verilebilir.

**Görüşmeci:** Karanlık bir salonda seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?

**Öğrenci 3:** Bence ayırt edemezler. Üzerine kırmızı ışık tutulmuş beyaz dekor açık kırmızı görünür. Ama kırmızı dekorun üzerine beyaz ışık tutarsak yine açık kırmızı görünecektir.

**Görüşmeci:** Neden öyle olur?

**Öğrenci 3:** Yani kırmızı renk ile beyazı karıştırırsak açık kırmızı, pembe gibi bir renk olur. İkisinde aynı renk görüneceğinden fark edemezler.

**Görüşmeci:** Tamam anladım.

Öğrenci 3 bir cisim üzerine renkli bir ışık gönderildiğinde o cismin iki rengin karışımı ile oluşan renkte görüneceğini düşünmektedir. Burada kırmızı ve beyaz dekorların renklerinin farklı olduğunun ayrılamayacağı doğrudur. Ancak tıpkı boyalardaki gibi ışınlarıda karıştırarak farklı renklerin elde edileceğinin düşünülmesi önemlidir. Öğrenci 3' ün verdiği yanıtı benzer bir biçimde Öğrenci 8' de aşağıdaki gibi düşünmektedir.

**Görüşmeci:** Karanlık bir salonda seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?

**Öğrenci 8:** Bence ayırt edebilirler. Üzerine beyaz ışık tutulmuş kırmızı dekor kırmızı görünür. Ama beyaz dekorun üzerine kırmızı ışık tutarsak açık kırmızı görünecektir.

**Görüşmeci:** Neden öyle olur?

**Öğrenci 8:** Beyaz ışık altında bütün cisimler kendi renginde görünür. Ama farklı renkli bir ışık yollarsak o iki rengin karışımı şeklinde gözlenir.

Öğrenci 8 iki dekorun ayırt edilebileceğini savunurken aslında Öğrenci 3' ten farklı bir düşünce sergilememektedir. Beyaz ışık altında cisimlerin kendi rengi neyse o renkte görüleceğini düşünmekte ancak, beyaz dekorun üzerine gönderilen kırmızı ışığın beyazla kırmızınının karışımı olan açık kırmızı renkte olacağını ifade etmektedir. Bu düşüncesini de açıkça “farklı renkte ışıkla cisme bakarsak o cisimi iki rengin karışımında görürüz şeklinde söylemektedir. Her iki öğrencininde benzer düşünce biçimlerine sahip olmaları ve aynı biçimdeki söylemleri, aralarındaki yaş ve sınıf farkına rağmen bir takım ön yargıların ne kadar yaygın ve değişmesinin bir o kadar da zor olduğunu göstermektedir.

#### 4.2.2.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.32’ de lise son sınıf öğrencilerinin renklerin karışımı ile ilgili olarak hazırlanan soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtları veren öğrenci sayıları ile oranları yer almaktadır.

Tablo 4.32 Renklerin karışımı ile ilgili lise öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
Beyaz	2	1.36	3	2.04
Kahverengi	28	19.04	5	3.40
Sarı	61	41.50	105	71.43
Kırmızı ve Yeşil	26	17.69	22	14.97
Mavi	19	12.93	5	3.40
Siyah	5	3.40	6	4.08
Yanıtsız	6	4.08	1	0.68
<b>TOPLAM</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.



Lise son sınıf öğrencilerinin öğretim öncesinde %41.50' si, öğretim sonrasında ise %71.43' ü doğru yanıt işaretlemişlerdir. Öğretim öncesinde çoğunlukla işaretlenen ikinci yanıt ise kahverengi seçeneğidir. Bu yanıtı seçen öğrencilerin oranının öğretim sonrasında %19.04' ten %3.40' a düştüğü Tablo 4.32' de görülmektedir. Benzer şekilde kırmızı ve yeşil renklerin her ikisinde aynı anda oluşacağını düşünen öğrencilerin oranı ise ön testte %17.69 iken, son testte %14.97' dir. Lise son sınıf öğrencileri ile yapılan görüşmelerde öğrencilerin tıpkı ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencileri gibi resim ve fizikteki ana renkleri birbiri ile karıştırdıkları görülmektedir. Öğrenci 11 buna örnek olarak verilebilir.

**Görüşmeci:** Ana renkler nelerdir?

**Öğrenci 11:** Kırmızı, mavi ve sarıdır.

**Görüşmeci:** Peki bu animasyondaki renkler sana birşeyi hatırlatıyor mu?

**Öğrenci 11:** Hayır.

Öğrenci 11, ana renkleri boya renkleri olan kırmızı, mavi ve sarı olarak ifade etmektedir. Kendisine gösterilen kırmızı, mavi ve yeşil renkli dairelerle ilgili herhangi bir açıklama yapamamaktadır. Bu durum lise öğrencilerinde de benzer karmaşanın ve renklerle ilgili bu çelişkinin var olduğunun bir göstergesidir.

#### **4.2.2.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Tablo 4.33' de fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin, renklerin karışımı ile ilgili olarak hazırlanan soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtları veren öğrenci sayıları ile oranları yer almaktadır.

Fizik öğretmenliği adayı öğrencilerden doğru yanıt verenlerin oranı öğretim öncesinde %27.78 iken, öğretim sonrasında bu oranın %25' e düştüğü görülmektedir. Öğretim sonrasındaki düşüş fazla olmamakla birlikte öğretmen adayı öğrencilerin böyle bir soruyu sadece %25' ler seviyesinde yanıtladıkları olmaları oldukça düşündürücüdür. Kahverengi seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranı ise öğretim

öncesinde %8.33' ten öğretim sonrasında %19.44' e yükselmektedir. Öğretim öncesinde kırmızı ve yeşil yanıtını veren öğrenci çıkmazken öğretimden sonra bu yanıtı veren öğrencilerin %16.67 oranında olduğu görülmektedir. Siyah rengin oluşacağını düşünen öğrencilerin oranı ise ön testte %44.44, son testte ise %16.67' ye düşmektedir. Öğrenci 18 ile yapılan görüşmeden bir örnek aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.33 Renklerin karışımı ile ilgili fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
Beyaz	2	5.56	4	11.11
Kahverengi	3	8.33	7	19.44
Sarı	10	27.78	9	25
Kırmızı ve Yeşil	0	0	6	16.67
Mavi	5	13.89	4	11.11
Siyah	16	44.44	6	16.67
<b>TOPLAM</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

**Görüşmeci:** Testte yer alan kırmızı ışıkla, yeşil ışık ekran üzerinde aynı noktaya düşürülürse ne gözlenir diye sormuştum. Ön testte beyaz, son testte mavi demişsin. Şimdi ne düşünüyorsun?

**Öğrenci 18:** Mavi olacağını düşünüyorum.

**Görüşmeci:** Neden mavi?

**Öğrenci 18:** Çünkü kırmızı, mavi ve yeşil ana renklerdir. Burada da kırmızı ve yeşil keşişiyor. O zaman bunların dışında kalan diğer ana renk oluşacaktır. Üçü birleşince de beyaz oluşur.

**Görüşmeci:** Neden böyle düşünüyorsun?

**Öğrenci 18:** Çünkü derste öyle öğrenmiştik. Öyle hatırlıyorum.

Burada Öğrenci 18 ana renkleri doğru olarak sayabilmiştir. Ancak iki ana renk birleşince oluşacak diğer rengin üçüncü an renk olacağını düşünmektedir. Ayrıca bunu derste öğrendiklerine bağlamaktadır. Öğrenci 18 gibi düşünen başka öğrencilerin de olduğu göz önüne alınırsa öğretim süreci içerisinde ana renkler ve karışımlarına ilişkin daha çok alıştırmaya ve gözleme gerek olduğu ortaya çıkmaktadır.

#### 4.2.2.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

Tablo 4.34’ de lise son sınıf ve fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin bu soryuya ilişkin verdikleri yanıtlar ve bunların oranları görülmektedir.

Tablo 4.34 Renklerin karışımı ile ilgili lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
Beyaz	2 (1.36)	2 (5.56)	3 (2.04)	4 (11.11)
Kahverengi	28 (19.04)	3 (8.33)	5 (3.40)	7 (19.44)
Sarı	61 (41.50)	10 (27.78)	105 (71.43)	9 (25)
Kırmızı ve Yeşil	26 (17.69)	0	22 (14.97)	6 (16.67)
Mavi	19 (12.93)	5 (13.89)	5 (3.40)	4 (11.11)
Siyah	5 (3.40)	16 (44.44)	6 (4.08)	6 (16.67)
Yanıtsız	6 (4.08)	0	1 (0.68)	0
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

\*Gölgeleştirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Hem lise son sınıf öğrencilerinin hem de fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar incelendiğinde, doğru yanıt veren lise son sınıf öğrencilerinin oranının fizik öğretmenliği öğrencilerinden öğretim öncesi ve sonrasında fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca kahverengi yanıtını veren lise öğrencilerinin oranının öğretim sonrasında %19.04’ ten %3.40’ a düştüğü gözlenirken; fizik öğretmenliği öğrencilerinin oranının %8.33’ ten %19.44’ e çıktığı görülmektedir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden, her iki gruptaki öğrencilerin sahip oldukları benzer düşünce biçimleri üzerine elde edilen ipuçları aşağıdaki görüşme verileriyle birlikte tartışılmaktadır. Lise son sınıf öğrencilerinden Öğrenci 14 ana renkleri karıştıran öğrencilerdendir.

**Görüşmeci:** Ana renkler nelerdir?

**Öğrenci 14:** Kırmızı, mavi ve sarıdır.

**Görüşmeci:** Peki bu animasyondaki renkler nedir?

**Öğrenci 14:** Eğer ana renkler bunlarsa karışımlarının beyaz rengi vermesi gerekir.

**Görüşmeci:** (*Daireleri kesiştirir.*) Tamam birleştirelim o zaman.

**Öğrenci 14:** Beyaz renk oluştu. Herhalde ben boyalardaki renklerle karıştırdım.

Öğrenci 14 başlangıçta ana renkleri kırmızı, mavi ve sarı olarak ifade etmiş ancak üçünün karışımının beyaz olduğunu gözlemleyince bu söylediği renklerin boyalardaki ana renk olduğunu anımsayabilmiştir. Fizik öğretmenliği öğrencilerinden Öğrenci 20' nin görüşme verileri aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** Testte yer alan kırmızı ışıkla, yeşil ışık ekran üzerinde aynı noktaya düşürülürse ne gözlenir diye sormuştum. Sen siyah olur demişsin. Neden?

**Öğrenci 20:** Çünkü bir ışığın mesela kırmızının yanında turuncu var. Yeşilinde mavi var. Aralarında ortak bir renk yok. Bu yüzden siyah olur. Mesela ikisinde de sarı veya turuncu yok. Bunun için algılanamaz ve siyah olur.

**Görüşmeci:** Yani bir kırmızı ışık ve bir yeşil ışık karıştığında sarı rengin oluşması için ikisinin sarıya yakın mı olması gerekir?

**Öğrenci 20:** Evet.

**Görüşmeci:** Ama kırmızı sarı renge yakındır.

**Öğrenci 20:** Ama yeşil rengin içinde sarı yok.

**Görüşmeci:** Peki o zaman. Mesela ben kırmızı yeşil değilde kırmızı ve turuncu renkli ışınları karıştırsaydım sarı mı oluşacaktı?

**Öğrenci 20:** Hayır sonuçta ana renkler önemlidir.

**Görüşmeci:** Ana renkler nelerdir?

**Öğrenci 20:** Kırmızı, mavi ve sarıdır.

**Görüşmeci:** Tamam kırmızı ana renk. Peki yeşil hangi iki rengin karışımı o zaman?

**Öğrenci 20:** Mavi ve sarının.

**Görüşmeci:** Eğer kırmızı rengin içinde de sarı veya mavi olsaydı o zaman karışımdan sarı-mavi mi oluşacaktı? Onu mu demek istiyorsun?

**Öğrenci 20:** Evet, maviye yakın bir renk olabilirdi. Ama karışıma bağlıdır. Mesela sarı-mavi karışınca yeşil oluyor ama sarıyı daha çok koyarsak açık yeşil, maviyi çok koyarsak koyu yeşil oluyor..

**Görüşmeci:** Tamam, demek istediğini anladım.

Öğrenci 20 kırmızı ve yeşil ışıkların kesişimi ile siyah rengin oluşacağını düşünmektedir. Bunu kırmızı ve yeşil ışığın ortak renklere sahip olmamasına dayandırmaktadır. Ayrıca Öğrenci 20 tıpkı lise öğrencisi Öğrenci 14 gibi ana renkleri kırmızı, mavi ve sarı olarak sıralamıştır. Ayrıca sarı ve mavi karışımının yeşili

oluşturduğunu ve bu rengin koyuluğunu da sarı ve mavi renklerin karışım oranlarına dayanarak ifade etmektedir. Bu açıklamalardan Öğrenci 20' nin Öğrenci 14 gibi boya renkleri ile ışık renklerini birbiri ile karıştırdığı görülmektedir. Ayrıca öğrencinin renklerin karışımlarını da boya karışımı gibi anlatması bu düşüncesini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Bu durum göstermektedir ki, lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin benzer düşünce biçimleri ve benzer yanılgıları renklerin karışımı ile ilgili olarak da devam etmektedir.

#### 4.2.3 Işık Filtrelerine İlişkin Bulgular

Her iki kavramsal anlama testinde yer alan bu soru ile öğrencilerin ışık filtreleri ve filtrelerin ışığın rengine etkisi üzerine düşüncelerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Şekil 4.28' de sorunun tanıtımı verilmektedir.

**Soru 8: a)** Bir el fenerinden çıkan ışık, filtre üzerine düşürülüyor ve diğer tarafa kırmızı ışık olarak geçiyor. Bu süreçte ne olmuştur?  
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.  
b) Beyaz ışık soğurulur ve kırmızı ışık yayar.  
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.  
d) Bunların dışında herhangi bir açıklama: .....

Şekil 4.28 Işık filtrelerine ilişkin her iki testte de ortak alan soru

#### 4.2.3.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

İlköğretim öğrencilerinin ışık filtreleri ile ilgili soruya verdikleri yanıtların oranları Tablo 4.35' te görülmektedir.

Tablo 4.35 Işık filtreleri ile ilgili ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	42	20.69	36	17.73
b) Beyaz ışık soğurulur ve kırmızı ışık yayar.	105	51.72	121	59.61
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	42	20.69	42	20.69
Yanıtsız	14	6.90	4	1.97
<b>TOPLAM</b>	<b>203</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin %20.69' u, öğretim sonrasında ise %17.73' ü beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu ifade etmektedirler. Öğrencilerin %51.72' si ön testte, %59,61' i ise son testte beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar seçeneğini işaretlemişlerdir. Doğru yanıtı işaretleyen öğrencilerin oranı ise, öğretim sonrasında da aynı kalarak öğretim öncesindeki gibi %20.69 olmuştur. Öğrencilerle filtreler ile ilgili yapılan görüşmelerde ilköğretim öğrencilerine uygulanan testte yer alan soru bir kez daha öğrencilere yöneltilmiştir. Soruda, gözüne yeşil filtre takılmış gözlüklerle araba kullanan ve kırmızı ışığın yandığını fark etmeyerek kaza yapan Profesör Çokbilmiş' in nerede hata yaptığı sorulmaktadır. Aşağıda Öğrenci 1' in bu soruyla ilgili görüşme sırasında söyledikleri verilmektedir.

**Görüşmeci:** Sence Profesör haklı mı?

**Öğrenci 1:** Kırmızı sarı ve yeşil camlı gözlükler araba kullanırken takılmamalıdır.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 1:** Eğer kırmızı gözlük takarsa yeşil ışık yandığı zaman kırmızı görür. Benim action-man gözlüğüm de kırmızı camlı erafı daha kırmızı gösteriyor. Yeşil takarsa da o zaman kırmızı ışığı fark edemez. Işıkları bozuk sanabilir.

Yukarıdaki yanıtı veren Öğrenci 1 gözlüğün camının rengi ne olursa, etrafının da o renk görüleceğini düşünmektedir. Görüşme yapılan öğrencilerden ikisi bu soruya aynı biçimde yanıt verirken, sadece bir öğrenci kısmen doğru bir açıklama yapmıştır.

**Görüşmeci:** Sence Profesör haklı mı?

**Öğrenci 4:** Güneş gözlüğü takınca etrafı daha koyu görürüz. Yeşil takınca da etraf öyle görünür ve kırmızı ışık da siyah görünecektir.

Öğrenci 4, güneş gözlüklerinin etrafı koyu renk gösterdiğinden yola çıkarak yanıt vermeye çalışmıştır. Burada öğrencinin günlük yaşadığı bir deneyimden yola çıkarak sonuca ulaşmaya çalışması önemli bir durumdur. Her iki öğrenci de aslında soruda gözlüğün camının yeşil filtreli olduğu verilmiş olmasına rağmen doğrudan filtrelere dayanan bir açıklama yapmamışlardır. Dolayısıyla her iki öğrenci de bu soruya

derslerde öğrendiklerinden çok günlük deneyimlerinden yararlanarak yanıt verme yoluna gitmişlerdir. Bu da hayatla içiçe olan günlük deneyimlerin öğrenmede ne kadar önemli olduğunun bir göstergesi olabilir.

#### 4.2.3.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ışık filtreleri sorusu ile ön test ve son teste verdikleri yanıtların oranları Tablo 4.36' da gösterilmektedir.

Tablo 4.36 Işık filtreleri sorusu ile ilgili sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	8	5.41	14	9.46
b) Beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar.	57	38.51	35	23.65
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	73	49.32	95	64.19
Yanıtsız	10	6.76	4	2.70
<b>TOPLAM</b>	<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Öğretim öncesinde sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %5.41' i, öğretim sonrasında ise %9.46' sı beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu ifade etmektedirler. Öğrencilerin ön testte %38.51' i, son testte ise %23,65' i beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar seçeneğini işaretlemişlerdir. Doğru yanıtı işaretleyen öğrencilerin oranı, öğretim öncesinde %49.32 iken öğretimden sonra artarak %64.19' a yükselmiştir. Öğretim sonrasında bir artış olması her ne kadar öğretimin başarılı olduğunugösteriyor olsa sa öğrencilere filtrelerle ilgili daha karmaşık durumları içeren sorular yöneltildiğinde bocaladıkları görülmüştür. Bu soruyu kavramsal anlama testinde doğru yanıtlayan ve görüşme yapılan öğrencilerin büyük bir çoğu, kırmızı bir filtre altında yüzü farklı renklerden oluşan bir farenin ne renk görüleceğini doğru olarak yanıtlayamamıştır. Öğrenciler, farenin yüzüne kırmızı filtre ile bakıldığında kırmızı görünen yerlerinin ya kırmızı ya da beyaz olabileceğini söylerken, siyah görünen yerlerin gerçekte de siyah

olduğunu düşünmektedirler. Dolayısıyla öğrencilerin filtre ile bir cisme bakıldığında o cismin renginin hangi kurallara göre görüleceğini kavrayamadıkları ortaya çıkmaktadır.

#### 4.2.3.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ışık filtreleri ile ilgili soruya verdikleri yanıtların oranları ve türleri karşılaştırmalı olarak Tablo 4.37' de verilmiştir.

Tablo 4.37 Işık filtreleri ile ilgili ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)	İlk Öğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	42 (20.69)	8 (5.41)	36 (17.73)	14 (9.46)
b) Beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar.	105 (51.72)	57 (38.51)	121 (59.61)	35 (23.65)
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	42 (20.69)	73 (49.32)	42 (20.69)	95 (64.19)
Yanıtız	14 (6.90)	10 (6.76)	4 (1.97)	4 (2.70)
<b>TOPLAM</b>	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Bu soruya doğru yanıt veren ilköğretim öğrencilerinin oranları öğretim öncesinde ve sonrasında aynı kalırken (%20.69), sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranı %49.32' den, %64.19' a yükselmiştir. İlköğretim öğrencilerinin yanıtlarında ön teste göre bir fark oluşmaması öğretim sırasında bu konu üzerinde fazla durulmamış olabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan sınıf öğretmenliği öğrencilerine uygulanan geleneksel öğretimin olumlu bir etki yarattığını söylemek mümkündür.

Tablo 4.37' de, beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu düşünen öğrencilerin oranının ilköğretim öğrencilerinde öğretim öncesi ve sonrasında sınıf öğretmenliği öğrencilerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak öğretim sonrasında bu



türden yanıt veren öğrencilerin oranı ilköğretim öğrencilerinde azalırken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinde artış göstermiştir. Filtrelerin beyaz ışığı soğurarak kırmızı ışık yaydığını düşünen ilköğretim öğrencilerinin sayısında öğretim sonrasında artış olurken, sınıf öğretmeni adayı öğrencilerin oranlarında azalma gözlenmektedir.

#### 4.2.3.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Tablo 4.38, lise son sınıf öğrencilerinin ışık filtreleri sorusu ile ilgili olarak verdikleri yanıtların oranlarını göstermektedir.

Tablo 4.38 Işık filtreleri ile ilgili lise son sınıf öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	7	4.76	15	10.20
b) Beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar.	75	51.02	44	29.94
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	51	34.69	83	56.46
d) Kırmızı ışık dışındaki ışınlar çok fazla kırılırlar bu yüzden sadece kırmızı geçer.	2	1.36	0	0
d) Diğer: Filtre kırmızı reklidir.	8	5.45	2	1.36
Yanıtsız	4	2.72	3	2.04
<b>TOPLAM</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Lise öğrencilerinin öğretim öncesinde %34.69' u, öğretimden sonra ise %56.46' sını doğru yanıt vermektedirler. Beyaz ışığın soğrularak kırmızı ışık yayacağını düşünen öğrenciler öğretim öncesinde %51.02 oranında iken, öğretimden sonra %29.94' e düşmüştür. Beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu düşünen öğrenciler ise öğretim öncesinde %4.76' lık bir orana sahipken öğretim sonrasında bu oran %10.20 olmuştur. Öğrencilere verilen seçeneklerin dışında, kırmızı ışığın dışındaki ışınların daha fazla kırılmasından dolayı, sadece kırmızının diğer tarafa geçeceğini düşünen öğrencilerin oranı öğretimden önce %1.36 iken öğretim sonrası bu türden yanıt veren öğrenci çıkmamıştır. Filtrenin kırmızı renkli olduğunu söyleyen öğrencilerin oranı öğretimden sonra %5.45' ten %1.36' ya düşmüştür. Lise son sınıf öğrencileri arasında görüşme yapılan öğrencilerin kendilerine gösterilen bilgisayar simülasyonunda farklı renkteki

filtrelere gönderilen beyaz ışığın filtreden geçince nasıl davranacağı konusunda kısmen de olsa başarılı oldukları görülmüştür.

#### 4.2.3.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

Fizik öğretmeni adayı öğrencilerin ışık filtreleri ile ilgili düşüncelerinin yer aldığı yanıtlar Tablo 4.39’ da verilmektedir.

Tablo 4.39 Işık filtreleri ile ilgili fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	0	0	3	8.33
b) Beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar.	7	19.44	14	38.89
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	23	63.89	18	50
d) Kırmızı ışık dışındaki ışınlar çok fazla kırılırlar bu yüzden sadece kırmızı geçer.	3	8.33	0	0
Yanıtsız	3	8.33	1	2.78
<b>TOPLAM</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin geleneksel öğretim öncesinde %63.89, öğretim sonrasında ise %50 oranında doğru yanıt verdikleri görülmektedir. Doğru yanıt veren öğrencilerin oranında öğretim sonrasında bir miktar azalma gözlenmiştir. Beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu düşünen öğrenci ön testte çıkmazken, son testte bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin oranı %8.33 olmuştur. Öğrencilerin ön testte %19.44’ ü, son testte ise %38.89’ u beyaz ışığın soğrularak kırmızı ışığı yayacağını düşünmektedirler. Ayrıca öğrenciler ön testte % 8.33 oranında, “kırmızı ışık dışındaki ışınlar çok fazla kırılacağından kırmızı ışık geçer” biçiminde düşünmektedirler.

Öğretim sonrasında doğru yanıt veren öğrencilerin oranındaki azalma öğretimin bir takım kavramsal karmaşalara yol açtığını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin bir çoğu daha önce doğru bildikleri bir düşünceden vazgeçerek farkı bir yanıt seçmişlerdir. Bu durum öğretimin her zaman öğrencileri doğru düşünceye sevk etmeyebileceği konusunda bir ipucu vermektedir.

#### 4.2.3.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

Tablo 4.40 lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmeni adayı öğrencilerin ışık filtreleri ile ilgili soruya verdikleri yanıtların karşılaştırmalı olarak dağılımını göstermektedir.

Tablo 4.40 Işık filtreleri ile ilgili lise öğrencileri ile fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtları

YANIT SEÇENEKLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.	7 (4.76)	0	15 (10.20)	3 (8.33)
b) Beyaz ışık soğrulur ve kırmızı ışık yayar.	75 (51.02)	7 (19.44)	44 (29.94)	14 (38.89)
c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.	51 (34.69)	23 (63.89)	83 (56.46)	18 (50.00)
d) Kırmızı ışık dışındaki ışınlar çok fazla kırılırlar bu yüzden sadece kırmızı geçer.	2 (1.36)	3 (8.33)	0	0
d) Filtre kırmızı reklidir.	8 (5.45)	0	2 (1.36)	0
Yanıtız	4 (2.72)	3 (8.33)	3 (2.04)	1 (2.78)
<b>TOPLAM</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>

\*Gölgelendirilmiş satır doğru yanıtı göstermektedir.

Tablo 4.40' da da görüldüğü gibi doğru yanıt veren öğrencilerin oranı, lise öğretmenliği öğrencilerinde öğretim sonrasında artarken, fizik öğretmenliği adaylarında bir miktar azalma göstermektedir. Öğretim öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri yanıtların yoğunlaştığı kategorilere bakıldığında ise her iki grupta da benzer oranda öğrencinin yanıt verdiği görülmektedir. Beyaz ışığın kırmızı renkte olduğunu düşünen lise öğrencilerinin oranı öğretim sonrasında %10.20 iken, fizik öğretmeni adayı öğrencilerin oranı ise %8.33 olmuştur. Beyaz ışığın soğrularak kırmızı ışık yayacağını düşünen lise öğrencilerin oranı ön testte %51.02, fizik öğretmenliği öğrencilerinin oranı ise %19.44 olmuştur. Son testte lise öğrencilerinin %29.94' ü fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %38.89' u bu türden yanıt vermişlerdir. Soruda verilen üç seçeneğin

dışında farklı türde yanıt veren öğrenciler de bulunmaktadır. Ön testte lise öğrencilerinin %1.36' sı fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise %8.33' ü “*Kırmızı ışık dışındaki ışınlar çok fazla kırılırlar bu yüzden sadece kırmızı geçer*” şeklinde açıklama yaparken son testte bu açıklamayı yapan öğrenci çıkmamıştır. Ayrıca lise öğrencilerinin %5.45' i öğretim öncesinde, %1.36' sı ise öğretimden sonra sadece filtrenin kırmızı renkli olduğunu belirtmişlerdir.

Her iki grup öğrencileri ile yapılan görüşmelerde öğrenciler kendilerine filtrelerde ışığın davranışı ile ilgili soruları yanıtsamada başarılı olsalar da, farklı durumlara ilişkin soruların yanıtlanmasında çarpıcı ve birbirine benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Aşağıda görüşme alıntıları verilen Öğrenci 12 lise, Öğrenci 20 ise fizik öğretmenliği adayı öğrencilerdendir.

**Görüşmeci:** Filtreler ne işe yarar?

**Öğrenci 12:** Kendi rengindekileri geçirir. Mesela beyaz (ışık) kırmızıya gelince içinde tüm renkler vardır. Bu renklerin karışımı diğer tarafa geçecektir.

**Görüşmeci:** Eğer beyaz ışık yerine mavi ışık göndersiydik ne olurdu?

**Öğrenci 12:** O zaman birşey geçmezdi. Çünkü mavi ve kırmızı ışık birleşince siyah oluşur.

**Görüşmeci:** Yani ikisinin karışımı mı olur diye düşünüyorsun?

**Öğrenci 12:** Evet.

Öğrenci 12 filtrelerin aslında kendi rengindeki ışığı geçirdiğini bilmekte, fakat yine de gelen ışıkla filtrenin karışımı olan rengin diğer tarafa geçeceğini düşünmektedir. Beyaz ışık yerine mavi renkli ışık gönderildiği zaman iki rengin karışımı siyah olacağından diğer tarafa herhangi bir ışık geçmeyeceğini ifade etmiştir. Fizik öğretmeni adayı Öğrenci 20' de Öğrenci 12' nin yanıtına benzer şekilde aşağıdaki açıklamayı yapmıştır.

**Görüşmeci:** Filtreler ne işe yarar?

**Öğrenci 20:** Işığı geçirici birşey. Kendi rengindekileri geçirir. Bu soruda beyaz ışık geldiği için ve beyaz ışık tüm renklerin karışımı olduğundan kırmızıyı geçiriyor.

**Görüşmeci:** Eğer beyaz ışık yerine mavi ışık göndersiydik ne olurdu?

**Öğrenci 20:** O zaman diğer tarafa birşey geçmezdi. Çünkü mavi ve kırmızı ışık birleşince siyah renk oluşur.

**Görüşmeci:** Yani beyaz dışında farklı renkte ışık gelince ikisinin karışımı mı olur diye düşünüyorsun?

**Öğrenci 20:** Evet. Çünkü mavi ve kırmızı farklı renkte ışıklardır ve birleşince siyah oluşur.

Öğrenci 20 filtreyi, ışığı geçirici birşey olarak tanımlamaktadır. Beyaz ışık dışında mavi renkli bir ışık filtre üzerine düşürüldüğünde ise mavi ve kırmızı ışığın birleşerek siyah rengi oluşturacağını düşünmektedir. Kısacası Öğrenci 20' de Öğrenci 12 gibi filtreye gelen ışığın rengi ile filtrenin renginin karışımı sonucu oluşacak olan ışığın diğer tarafa geçeceğini düşünmektedir. Bu durum, fizik öğretmenliği öğrencileri ile lise son sınıf öğrencilerinin benzer yanılgılara sahip olduklarını gösteren bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 4.2.4 Renkli Görmeye İlişkin Bulgular

Öğrencilerin renkli cisimleri görme süreciyle ilgili neler düşündüklerini ortaya koymak amacıyla her iki kavramsal anlama testinde de ortak olan ve Şekil 4.29' da görülen açık uçlu soru sorulmuştur.

<p>b) Bir gül beyaz ışık altında kırmızı renkte görünüyor. Sarı ışık altında hangi renkte görünür? Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---

Şekil 4.29 Renkli görmeye ilişkin her iki testte de ortak alan soru

Her bir öğrenci grubunun bu soruya verdikleri yanıtların analiz sonuçları ve öğrencilerin oranları sonraki başlıklarda tartışılmaktadır.

#### 4.2.4.1 Geleneksel Öğretimin İlköğretim Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi

İlköğretim öğrencilerinin renkli görme sorusuna ilişkin öğretim öncesi ve öğretim sonrasında verdikleri yanıtların türleri ve bu yanıtların oranları Tablo 4.41' de

görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri yanıtların oranlarına bakıldığında tam yanıt veren hiçbir öğrencinin olmadığı görülmektedir. Hem ön testte hem de son testte öğrencilerin sadece %1.48' inin kısmi yanıt verdiği görülmektedir.

Tablo 4.41 Renkli görme ile ilgili soruya ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtmaktadır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.		0	0	0	0
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
<b>Siyah</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, sarı ışığın içinde kırmızı renk yoktur. Ama beyazda tüm renkler vardır. O yüzden siyah görünür.		3	1.48	3	1.48
<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>1.48</b>	<b>3</b>	<b>1.48</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızının karışımı olan turuncu gözlenecektir.		60	29.56	60	29.56
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.		13	6.40	21	10.34
<b>Siyah</b> Sarı+Kırmızı siyah rengi oluşturur.		7	3.45	7	3.45
<b>Mavi</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ve kırmızı karışınca mavi olur.		13	6.40	13	6.40
<b>Açık Kırmızı ve Pembe</b> Sarı ışık rengini daha açık yapacaktır. Sarı+Kırmızı: Pembe		11	5.42	7	3.45
<b>Koyu Kırmızı</b> Renkler sadece beyaz ışıkta tam olarak görülür. Sarıda koyu kırmızı olur.		0	0	5	2.46
<b>2. Gülün renginin gelen ışığın rengine bağlı olarak değişmediğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır, rengi değişmez.		25	12.32	24	11.82
<b>3. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Kırmızı sarıyı soğuracağından yine kırmızı görünür.		0	0	12	5.91
<b>Beyaz</b> Gül sarı ışığı soğuracağından beyaz görünür.		11	5.42	16	7.88
<b>4. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta sarı görünür. Hangi renk ışığı tutarsak cisim o renk görünür.		39	19.21	29	14.29
<b>Toplam</b>		<b>179</b>	<b>88.18</b>	<b>194</b>	<b>95.57</b>
<b>C. Yanıtsız</b>		<b>21</b>	<b>10.34</b>	<b>6</b>	<b>2.95</b>
		<b>203</b>	<b>100</b>	<b>203</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlara bakıldığında ise, ön testte öğrencilerin %88.18' i, son testte ise %95.57' si bu türden yanıtlar vermişlerdir. Bu grupta özellikle, gülün renginin ışınların karışımı olacağını düşünen öğrencilerin oranının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Öğretim öncesinde gülün renginin turuncu olacağını belirten öğrenciler %29.56' lık bir orana sahipken öğretimden sonra da bu oran değişmeden kalmıştır. Bu fikre sahip öğrenciler gülün kırmızı ve sarının karışımı olan turuncu renkte görüneceğini söylemektedirler. Bu açıklama öğrencilerin renklerin karışımını tıpkı boyalarda olduğu gibi düşündüklerini göstermektedir. Kırmızı ve sarı birleştiğinde yeşil rengin oluşacağını düşünen öğrencilerin oranı öğretim öncesi %6.4 iken, öğretimden sonra %10.34 olmuştur. Hem ön testte hem de son testte öğrencilerin %3.45' i siyah rengin sarı ve kırmızının karışımı olduğunu düşünmektedir. Benzer biçimde her iki testte de öğrencilerin %6.40' ı sarı ve kırmızının karışımından mavi rengin oluşacağını düşünmektedirler. Sarı ışığın kırmızının rengini açarak açık kırmızı ya da pembe gibi bir renk oluşacağını düşünen öğrencilerin oranı ön testte %5.42, son testte ise %3.45' tir. Öğretim sonrasında öğrencilerin %2.46' sı ise gülün renginin koyu kırmızı olacağını belirtmektedirler.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisi, öğrencilerin gülün renginin gelen ışığın renginden bağımsız olduğunu ve değişmeyeceğini düşündükleri durumdur. Gülün renginin kırmızı olduğunu ve hangi ışık gönderilirse gönderilsin değişmeyeceğini ifade eden öğrenciler ön testte %12.32' lik bir orana sahipken son testte %11.82 olmuştur. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğini düşünen ilköğretim öğrencilerinden, öğretim sonrasında gülün kırmızı görüneceğini ifade eden öğrencilerin oranı %5.91 olmuştur. Gülün sarı ışığı soğurmasıyla beyaz görüneceğini düşünen öğrenciler ön testte %5.42 iken son testte %7.88' lik bir orana sahiptir. Bu kategoride yer alan son yanıt türü ise gülün gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Buna göre gülün sarı renkte görüleceğini belirten öğrencilerin oranı öğretimden önce %19.21, öğretimden sonra ise %14.29 olmuştur.

İlköğretim öğrencileri ile renkli görme ve gül sorusu üzerine yapılan görüşmelerden Öğrenci 2' nin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

**Görüşmecisi:** Renkleri nasıl görürüz?

**Öğrenci 2:** Gözümüze cismin rengi yansır ve beynimizde bunu algılarız.

**Görüşmeci:** Mesela benim kazağımı kırmızı senin önlüğünü mavi olarak nasıl görüyoruz?

**Öğrenci 2:** O cismin rengi gözümüze yansıyor ve mavi olarak algılıyoruz.

**Görüşmeci:** Eğer önlüğüne kırmızı ışık tutsaydık nasıl görürdük?

**Öğrenci 2:** Kırmızı görünürdü.

**Görüşmeci:** Mesela yeşil tahtanın üzerine kırmızı ya da mavi ışık tutsam ne görürdük?

**Öğrenci 2:** Tuttuğumuz ışığın renginde görürdük.

Öğrenci 2 ile cisimlerin renkli görülmesi üzerine yapılan görüşmede, cisimlerin renginin gözümüze yansmasıyla ancak o cisim renkli görebileceğimizi ifade etmektedir. Mavi önlüğünün üzerine kırmızı ışık tuttuğumuzda ise, önlüğünün mavi değil kırmızı görüneceğini yani cismin artık gönderdiğimiz ışığın renginde olacağını söylemiştir. Görüşmenin devamında öğrencinin, “cisimler tuttuğumuz ışığın renginde görülür” söylemi üzerine konuşma aşağıdaki gibi derinleştirilmiştir.

**Görüşmeci:** Gün ışığı ne renktir?

**Öğrenci 2:** Beyazdır.

**Görüşmeci:** Şu an ortamda sadece beyaz ışık var ve biz cisimleri kendi renklerinde görüyoruz. Eğer senin dediğin gibi olsa o zaman tüm cisimler beyaz görünmez miydi?

**Öğrenci 2:** Hmm.. O zaman ne renk tutarsak totalim kendi renginde görünür demek ki.

**Görüşmeci:** Fikrini değiştirdin. Beyaz rengin üzerine mavi ışık tutsak ne olur peki?

**Öğrenci 2:** Mavi görünür. Yani ne renk tutarsak o renk görünecektir.

**Görüşmeci:** Yani ilk dediğin şekilde mi düşünüyorsun?

**Öğrenci 2:** Evet.

Öğrenci 2, gün ışığının beyaz ışık olduğunu bilmektedir ve kendisine “*Beyaz ışıktaki cisimleri kendi renginde görüyoruz. Senin dediğin gibi olsa her şeyi beyaz görmemiz gerekmez mi?*” sorusu yöneltilerek asıl fikrinin ne olduğu ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu soru karşısında ilk verdiği cevaptan vazgeçen ve hangi ışıktaki olursa olsun cisimlerin hep kendi renginde görüneceğini söyleyen Öğrenci 2 bu kez beyaz cismin üzerine mavi ışık tutulduğunda mavi görüneceğini belirtmiştir. Görüşmenin



sonunda öğrenci beyaz ışık altında cisimlerin neden farklı renklerde görüldüğünü açıklayamazken, farklı renkte ışınlar gönderdiğimizde ise cisimlerin yine gönderdiğimiz ışığın renginde görüleceğini ifade etmektedir. Görüşme sırasında Öğrenci 2' ye testte sorulan gül sorusu tekrar yöneltildiğinde yukarıdakine benzer biçimde “*Beyaz ışıkta kırmızı görünüyorsa gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında da sarı renkte görünecektir*” açıklamasını yapmıştır.

Aslında Öğrenci 2 tarafından yapılan bu açıklamalar öğrencilerin bir çoğunun gülün renginin sarı olacağını belirtmelerinin nedenini ortaya koymaktadır. Her ne kadar Öğrenci 2 beyaz ışıkta cisimlerin kendi renklerinde görüldüğünü bilse de bunun sebebinin açıklayamamaktadır. Ayrıca cisimlerin farklı ışık altında, gönderilen ışığın renginde görüleceğini düşünmektedir. Bu düşüncesinin sebebinin tam olarak ortaya koymamakla birlikte, önüne düşüncesinin aksini ispat etmeye yönelik deliller sunulsa da bu düşünce biçimi öylesine sabitlemiştir ki her koşulda bunu savunduğu görülmektedir.

İlköğretim öğrencileri ile yapılan görüşmelerde ayrıca Newton Çarkı deneyi yapılarak tüm renklerin karışımından beyazın elde edildiği öğrencilere gösterilmiş ve bunun üzerine tartışılmıştır.

**Görüşmeci:** Sence ben bu daireyi dödürmeye başladığımda ne gözleyebiliriz?

**Öğrenci 1:** Değişik bir renk oluşur ama yarısı koyu mavi olabilir. Mesela ben resim yapıyorum sulu boyayla. Açık kırmızı, turuncu, sarı, koyu maviyi karıştırıyorum. Koyu mavi görüyorum.

**Görüşmeci:** (*Düzenek çalıştırılır.*) Tamam yapalım. Ne görüyorsun?

**Öğrenci 1:** Açık sarıdan gittikçe beyaza dönüşüyor. Çok ilginç.

**Görüşmeci:** Neden böyle oldu?

**Öğrenci 1:** Beyaz rengi ana renkler oluşturuyor. En üstün renk beyazdır. Evimizde de perdeler tavanlar beyaz yapılı.

**Görüşmeci:** Neden beyaz yapılı?

**Öğrenci 1:** Işık daha çok gelir daha aydınlık olur. Mesela kırmızı perde taksak güneşten gelen ışık sarı perdeler kırmızı evimizde kırmızı olur.

**Görüşmeci:** Güneş ışığı sarı mıdır?

**Öğrenci 1:** Evet, çünkü güneşin rengi sarıdır.

Öğrenci 1 beyaz ışığın tüm renklerin karışımı sonucunda oluşacağını bilmemektedir. Newton Çarkı'nda yer alan renklerin karışımının tıpkı suluboyalarla yaptığı gibi koyu mavi oldacağını belirtmiştir. Dolayısıyla Öğrenci 1 yaşıtı pek çok öğrenci gibi renkli ışınların karışımını boyaların karışımı gibi düşünmektedir. Ancak bu görüşmede esas dikati çeken nokta ise Öğrenci 1' in güneşin renginin sarı olmasından dolayı gün ışığının sarı renkte olduğunu söylemesidir. Bu durum gerek günlük yaşamdaki deneyimlerinde, gerekse resim dersinde çizdikleri güneş resimlerinde güneşin sarı tonlarında tasvir edilmesinden kaynaklanabilir. Her ne kadar güneşin yüzeyinin gerçekte de sarı tonlarında olmasına karşın gelen ışınların sarı değil beyaz ışık olduğunun açıkça ifade edilmesi oldukça önemlidir. Dolayısıyla Öğrenci 1 tamamen yaşadığı deneyimlere dayanarak böyle bir yanıt vermiştir ve özellikle böyle yaşamla içiçe olan bir konunun bu türden deneyimlere dayalı yanılgılar içermesi, oldukça doğal ve beklenen bir sonuç olarak görülmelidir.

#### **4.2.4.2 Geleneksel Öğretimin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin renkli görme üzerine düşünce biçimlerini ortaya koymak amacıyla sorulan gül sorusuna verdikleri yanıtların türleri ve oranları Tablo 4.42' de görülmektedir.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin öğretim öncesinde %16.89' u, öğretim sonrasında ise %33.11' i bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Bu yanıtlardan ön testte sadece %6.76' sı tam yanıt iken, son testte bu oran %13.51' e yükselmiştir. Kısmi yanıt veren sınıf öğretmenliği öğrencilerin oranı ise öğretimden sonra %10.13' ten %19.59' a yükselmiştir. Tablo 4.42' den de görüldüğü gibi öğretim sonrasında öğrencilerin verdikleri yanıtlarda az da olsa bir yükselme olmuştur.

Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde %72.30 olan bu oranın öğretimden sonra %58.11' e düştüğü görülmektedir. Bu kategoride öğrencilerin yanıtları dört farklı başlık altında gruplandırılmıştır.

Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarındaki ilk kategori gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Öğretimden önce öğrencilerin %37.16' sını, öğretimden sonra ise %39.19' u gülün sarı ve kırmızısının karışımı olan turuncu renkte görüleceğini düşünmektedirler. Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur diyen öğrencilerin oranı ise ön testte %6.76, son testte %2.03 olmuştur. Sarı ışıkta kırmızı gülün koyu kırmızı olacağını belirten öğrencilerin oranı ise öğretimden önce %8.11 iken öğretimden sonra %2.03' e düşmüştür.

Tablo 4.42 Renkli görme ile ilgili soruya sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
<b>1. Tam Yanıt</b>					
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtmaktadır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.		10	6.76	20	13.51
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
<b>Siyah</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, kırmızı ve sarı yakın renklerden bir miktar sarı renk yansıyabilir. Ama tamamen sarı gözlenmez. O yüzden siyahtır.		15	10.13	29	19.59
<b>Toplam</b>		<b>25</b>	<b>16.89</b>	<b>49</b>	<b>33.11</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızısının karışımı olan turuncu gözlenecektir.		55	37.16	58	39.19
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.		10	6.76	3	2.03
<b>Koyu Kırmızı</b> Renkler sadece beyaz ışıkta tam olarak görülür. Sarıda koyu kırmızı olur.		12	8.11	3	2.03
<b>2. Gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışıkta da kırmızı görünür. Çünkü sarının içerisinde kırmızı ve yeşil ışık vardır.		14	9.46	8	5.40
<b>3. Gelen ışığın soğurulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Beyaz</b> Gül sarı ışığı soğuracağından beyaz görünür.		0	0	1	0.67
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Bu yüzden sarı rengi soğuracaktır ve kendi rengini yansıtacaktır.		4	2.70	5	3.38
<b>4. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta gül ışığın rengini yansıtır yine sarı görünür.		12	8.11	8	5.40
<b>Toplam</b>		<b>107</b>	<b>72.30</b>	<b>86</b>	<b>58.11</b>
<b>C. Yanıtsız</b>		<b>16</b>	<b>10.81</b>	<b>13</b>	<b>8.78</b>
		<b>148</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisi, gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Öğrencilerin %9.46' sını ön testte, %5.40' ını ise son testte, gülün sarı ışıkta da kırmızı görüneceğini çünkü sarı ışığın kırmızı ve yeşilin karışımından oluştuğunu belirtmişlerdir. Gelen ışığın soğrulmasına bağlı olarak gülün renginin beyaz olacağını yazan öğrencileri ön testte çıkmazken son testte %0.67 olmuştur. Gülün sarı ışıkta sarı rengi soğurarak kırmızı görüneceğini düşünen öğrenciler ise ön testte %2.70' lik bir orana sahipken, son testte %3.88' lik bir oranda bu düşünceye sahiptirler. Bu kategorideki son grup öğrencilerin gülün renginin gelen ışığın renginde olacağını düşünerek sarı renkte görüneceğini düşündükleri durumdur. Bunlar öğretimden önce %8.11' lik bir orana sahipken son testte bu oran %5.40 olmuştur.

Sınıf öğretmenliği öğrencileri ile yapılan görüşmelerde renkli görme üzerine daha detaylı bilgiler edinilmeye çalışılmıştır. Öğrenci 8 ile yapılan görüşme verileri aşağıda görülmektedir.

**Görüşmeci:** Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?

**Öğrenci 8:** Kırmızı dekoru beyaz ışıkta kırmızı görürüz.

**Görüşmeci:** Diğeri ne renk görünür?

**Öğrenci 8:** Komşusu olan renkleri yansıtacaktır. Tam rengi olmaz.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 8:** Beyaz dekora kırmızıyı yollarsak kırmızıya yakın renkleri yansıtacaktır.

**Görüşmeci:** Yani komşu renklerin karışımı şeklinde mi görünür diğer dekor?

**Öğrenci 8:** Evet.

Öğrenci 8 beyaz ışık altındaki cisimlerin kendi renginde görüneceğini düşünerek kırmızı dekorun yine kırmızı gözleneceğini söylemektedir. Beyaz dekorun ise kırmızıya yakın renkleri yansıtacağını ve kırmızı ile komşu renklerin karışımı şeklinde olacağını söylemektedir. Görüşme yapılan öğrencilerden Öğrenci 10' da Öğrenci 8 gibi kırmızı ve komşu renklerin yansıtacağını söylemektedir. Ayrıca yansıyan iki rengin kırmızı ve

sarının karışımı turuncu renkte görüleceğini ifade etmektedir. Öğrenci 7 ise aynı soru ile ilgili olarak aşağıdaki açıklamaları yapmıştır.

**Görüşmeci:** Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?

**Öğrenci 7:** Beyaz ışıkla aydınlatılmış kırmızı dekor kırmızı görünür. Kırmızı ışıkla aydınlatılmış olan ise siyah görünecektir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 7:** Beyaz kırmızıyı yansıtmayacaktır. Çünkü beyaz tüm renklerin karışımıdır.

Öğrenci 7, diğer arkadaşları gibi beyaz ışıkta aydınlatılan dekorun kırmızı görüneceğini ifade etmektedir. Ancak kırmızı ışıkla aydınlatılan dekorun ise siyah görüneceğini, çünkü beyaz renk tüm renklerin karışımı olduğundan kırmızıyı yansıtmayacağını düşünmektedir.

Tüm bu görüşmeler öğrencilerin beyaz ışık altındaki cisimlerin ne renk görüneceği konusunda bir problem yaşamadıklarını ancak farklı bir renkle cisme bakıldığı zaman cismin rengi ne olursa olsun doğru yanıtı bulamadıklarını göstermektedir. Bu durum öğrencilerin cisimlerin nasıl olupta farklı renklerde görülebildiği konusunu kavrayamadıklarını ortaya koymaktadır.

#### 4.2.4.3 İlköğretim Öğrencileri ile Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması

İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının renklerin karışımı ile ilgili soruya verdikleri yanıtların türleri ve oranları karşılaştırmalı olarak Tablo 4.43' te verilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranlarına bakıldığında ilköğretim öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası %1.48' lik bir orana sahip oldukları görülmektedir. Sınıf öğretmenliği öğrencileri ise öğretim öncesi %16.89' luk, öğretim sonrası %33.11' lik bir orana sahiptirler.

Tablo 4.43 Renkli görme ile ilgili soruya ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	İlköğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)	İlköğrt. n (%)	Sınıf Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtmaktadır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.	0	10 (6.76)	0	20 (13.51)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
<b>Siyah</b> •(İ.Ö) Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, sarı ışığın içinde kırmızı renk yoktur. Ama beyazda tüm renkler vardır. O yüzden siyah görünür. •(S.Ö) Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, kırmızı ve sarı yakın renkler olduğundan bir miktar sarı renk yansıyabilir. Ama tamamen sarı gözlenmez. O yüzden siyahtır.	3 (1.48)	15 (10.13)	3 (1.48)	29 (19.59)
<b>Toplam</b>	<b>3 (1.48)</b>	<b>25(16.89)</b>	<b>3 (1.48)</b>	<b>49(33.11)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızının karışımı olan turuncu gözlenecektir.	60 (29.56)	55 (37.16)	60 (29.56)	58 (39.19)
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.	13 (6.40)	10 (6.76)	21 (10.34)	3 (2.03)
<b>Siyah</b> Sarı+Kırmızı siyah rengi oluşturur.	7 (3.45)	0	7 (3.45)	0
<b>Mavi</b> Gülün kırmızıdır. Sarı ve kırmızı karışınca mavi olur.	13(6.40)	0	13(6.40)	0
<b>Açık Kırmızı ve Pembe</b> Sarı ışık rengini daha açık yapacaktır. Sarı+Kırmızı: Pembe	11 (5.42)	0	7 (3.45)	0
<b>Koyu Kırmızı</b> Renkler sadece beyaz ışıkta tam olarak görülür. Sarıda koyu kırmızı olur.	0	12 (8.11)	5 (2.46)	3 (2.03)
<b>2. Gülün renginin gelen ışığın rengine bağlı olarak değişmediğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Hangi ışıkta bakarsak bakalım rengi değişmez.	25 (12.32)	0	24 (11.82)	0
<b>3. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Kırmızı</b> Kırmızı sarıyı soğuracağından kırmızı görünür.	0	4 (2.70)	12 (5.91)	5 (3.38)
<b>Beyaz</b> Gül sarı ışığı soğuracağından beyaz görünür.	11 (5.42)	0	16 (7.88)	1 (0.67)
<b>4. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta sarı görünür. Hangi renk ışığı tutarsak cisim o renk görünür.	39 (19.21)	12 (8.11)	29 (14.29)	8 (5.40)
<b>5. Gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışıkta da kırmızı görünür. Çünkü sarının içerisinde içerisinde kırmızı ve yeşil ışık vardır.	0	14 (9.46)	0	8 (5.40)
<b>Toplam</b>	<b>179 (88.18)</b>	<b>107 (72.30)</b>	<b>194 (95.57)</b>	<b>86 (58.11)</b>
<b>C. Yanıtsız</b>				
	21 (10.34)	16 (10.81)	6 (2.95)	13 (8.78)
	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>	<b>203 (100)</b>	<b>148 (100)</b>

İlköğretim öğrencilerinden ön testte ve son testte tam yanıt veren öğrenci çıkmazken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin öğretim öncesinde %6.76' sını, öğretim sonrasında ise %13.51' i tam yanıt vermişlerdir. İlköğretim öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtları ön testte %88.18 iken son testte %95.57, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin yanıtlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde %72.30 olan bu oranın öğretimden sonra %58.11' e düştüğü görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlardan ilki öğrencilerin gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Öğretimden önce gülün renginin turuncu olacağını belirten ilköğretim öğrencileri %29.56' lık bir orana sahipken öğretimden sonra da bu oran değişmeden kalmıştır.

Sınıf öğretmenliği adaylarının ise öntestte %37.16' sını, aynı cevabı verirken öğretimden sonra %39.19' u gül turuncu görünür demişlerdir. Kırmızı ve sarı birleştiğinde yeşil rengin oluşacağını düşünen ilköğretim öğrencilerinin oranı öğretim öncesi %6.4 iken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranı %6.76; öğretimden sonra ise ilköğretim öğrencileri %10.34 oranında bu türden yanıt verirken sınıf öğretmenliği öğrencilerinden bu yanıtı verenlerin oranı %2.03 olmuştur. Her iki grup öğrenci tarafından ifade edilen ve gülün renginin koyu kırmızı olacağı yanıtını; öğretim öncesinde ilköğretim öğrencilerinden veren çıkmazken sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %8.11' i; öğretim sonrasında ise ilköğretim öğrencilerinin %2.46' sını ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin %2.03' ü vermişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar içerisinde yer alan ve her iki öğrenci grubu tarafından cevap olarak verilen diğer bir kategori ise gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğini düşünüldüğü durumdur. Böyle düşünen İlköğretim öğrencilerinden, öğretim sonrasında gülün kırmızı görüneceğini ifade eden öğrencilerin oranı %5.91 olurken sınıf öğretmenliği öğrencileri ise ön testte %2.70' lik bir orana sahipken, son testte %3.88' lik oranda böyle düşünmektedirler. Gülün sarı ışığı soğurmasıyla beyaz görüneceğini düşünen ilköğretim öğrencileri ön testte %5.42 iken son testte %7.88' lik bir orana sahiptir. Sınıf öğretmenliği öğrencilerinden ön testte bu türden yanıt veren çıkmazken son testte %0.67 oranında öğrenci beyaz yanıtını vermiştir. Bu kategoride yer alan son ortak yanıt türü ise gülün gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Buna göre gülün sarı renkte

görülebileceğini belirten ilköğretim öğrencilerinin oranı öğretimden önce %19.21, öğretimden sonra ise %14.29 olurken, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin oranları ise ön testte %8.11, son testte ise %5.40 olmuştur.

İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmenliği öğrencilerinin sahip oldukları ortak yanıt kategorilerinin çokluğu öğrencilerin benzer düşünce biçimlerinde olduklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerde de bu sonucu destekleyen ipuçları elde edilmiştir. İlköğretim öğrencilerinden Öğrenci 1 ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinden Öğrenci 7' nin görüşme kayıtları örnek olarak aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** Renkleri nasıl görürüz?

**Öğrenci 1:** Işık sayesinde ve gözle.

**Görüşmeci:** Mesela benim kazağımı kırmızı senin önlüğünü mavi olarak nasıl görüyoruz?

**Öğrenci 1:** Işık sayesinde. Işık geliyor ve o zaman önlüğümü rahatlıkla mavi olarak görüyorum.

**Görüşmeci:** Benim kazağım neden kırmızı görünüyor?

**Öğrenci 1:** Çünkü giysiler genelde farklıdır.

Öğrenci 1 renkli görme ile ilgili olarak bilimsel bir açıklamada bulunamamış sadece ışık sayesinde gördüğümüzü belirtmiştir. Cisimlerin farklı renkte görülmesini ise cisimlerin farklı olmalarına bağlamıştır. Öğrenciye mavi önlüğünün üzerine kırmızı ışık gönderdiğimizde ne olacağı sorulduğunda ise görüşme aşağıdaki gibi devam etmiştir.

**Görüşmeci:** Peki ben bu ortamdaki güneş ışığı yerine filtre kullanıp senin mavi önlüğüne kırmızı bir ışık tutsaydım ne renk olurdu?

**Öğrenci 1:** Mavi olmazdı. Koyu renk görünürdü. Mesela **siyah ışık** tutsak siyah görünür. Ama önlüğüm daha açık mavi olsaydı kırmızı renk görünürdü. Önlüğüm koyu renk olduğundan kırmızı ışıkta daha koyu mavi görünür.

**Öğrenci 1:** Benim action-man gözlüğüm var. Gece gözlüğü, askerlerin ki gibi. Ama benimki biraz sahte. Mesela annem açık renk giymişti. Kırmızı görüyordum.



Yukarıda görüldüğü gibi öğrenci açık renkli cisimlerin gönderilen ışığın renginde, daha koyu renkli cisimlerin ise daha koyu renkte görüldüğünü belirtmektedir. Bu düşüncesini günlük hayatta yaşadığı oyuncak action-man gözlüğü deneyimi ile de pekiştirmekte ve ispat etme yoluna gitmektedir. Ancak bu konuşmada ilgi çeken bir kavram vardır ki (*siyah ışık* kavramı) aynı kavram sınıf öğretmenliği öğrencisi tarafından da aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

**Görüşmeci:** Renkleri nasıl görürüz?

**Öğrenci 7:** Aslında renk kavramı yoktur. Beyaz diye bir renk yoktur aslında. Sadece siyah vardır. Diğerleri ikisinin karışımından oluşur.

**Görüşmeci:** Nasıl oluyor karışımla diğer renkler?

**Öğrenci 7:** Beyazla siyahın belirli oranlarda karışımından oluyor.

**Görüşmeci:** Peki ben neden bunu mavi görürken diğerini kırmızı görüyorum?

**Öğrenci 7:** Işıkların yansımalarıyla gözümüzde algıladığımız şekilde görüyoruz.

**Görüşmeci:** Ama sonuçta gözümüze cisimlerden yansıyan ışıklar hep aynı değil mi?

**Öğrenci 7:** Bir farklılık var ama...

**Görüşmeci:** Bunun nedeni nedir?

**Öğrenci 7:** Işıklardır, ama tam bilemiyorum.

**Görüşmeci:** Peki bu mavi dosyaya kırmızı ışık tutsam ne olur?

**Öğrenci 7:** İkisinin karışımı gibi olur. Mesela **siyah ışık** tutsak siyah görünür.

**Görüşmeci:** Yani sen beyaz ışıkta bu dosyayı kendi renginde mavi görürüz diyorsun. Farklı renk ışık geldiğinde ikisinin karışımı olur ama siyah ışıkta cisim siyah görürüz diyorsun. Doğru anlamış mıyım?

**Öğrenci 7:** Evet.

Öğrenci 7 görüşmenin başında, beyaz diye bir renk olmadığını, sadece siyah rengin gerçekte var olduğunu ve diğer renklerin siyahla beyazın belli oranlardaki karışımından oluştuğunu belirtmektedir ki tüm bu açıklamalar aslında resim sanatında renklerle ilgili kullanılan açıklamalardır. Cisimlerin farklı renklerde görülmesinin sebebini ışıklar olduğunu ifade etsede ışığın buradaki rolünü açıklayamamıştır. Mavi rengin üzerine kırmızı renkli ışık gönderildiğinde ise iki rengin karışımı olacak şekilde

görülebileceğini belirtmiştir. Öğrenci 7' de tıpkı Öğrenci 1 gibi *siyah ışık* kavramını ortaya atmaktadır ve cisimlerin siyah ışık altında siyah görüleceğini ifade etmektedir.

Öğrencilerin siyah renkte bir ışıktan söz etmeleri oldukça ilginçtir. Ancak bu düşünce biçiminin altında yine boyalardaki renklerin yattığını söylersek yanılmamış oluruz. Çünkü cismin rengi ne renk olursa olsun üzerini siyah renkli boya ile boyarsak siyah renkli bir cisim elde edilecektir. Dolayısıyla öğrenciler boyalarda olduğu gibi gerçekte de siyah ışığın var olduğunu düşünmektedirler.

#### **4.2.4.4 Geleneksel Öğretimin Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Tablo 4.44 lise son sınıf öğrencilerinin renkli görme sorusuna verdikleri yanıtların türlerini ve bu yanıtları veren öğrencilerin oranlarını göstermektedir. Lise son sınıf öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtları öğretim öncesinde %9.52 iken, öğretim sonrasında %24.49' a ulaşmıştır. Bu yanıtlardan ön testte sadece %4.08' i tam yanıt iken, son testte bu oran %10.88' e yükselmiştir. Kısmi yanıt veren öğrencilerin oranı ise öğretimden sonra %5.44' ten, %13.61' e yükselmiştir. Kısacası öğretim sonrasında lise öğrencilerinin verdikleri yanıtlarda %14.97 oranında bir yükselme olduğu görülmektedir.

Lise son sınıf öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde %83 olan bu oranın öğretimden sonra %70.07' ye düştüğü görülmektedir. Bu kategoride öğrencilerin yanıtları beş farklı başlık altında toplanmıştır. Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarındaki ilk kategori gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Bu grupta en çok öğrencilerin tıpkı boyalarda olduğu gibi gülün sarı ve kırmızının karışımı olan turuncu renkte görüleceğini düşündükleri ve bu türden yanıt veren öğrencilerin oranının öğretimden önce %36.05, öğretimden sonra ise %22.45 olduğu görülmektedir. Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur diyen öğrencilerin oranı ise ön testte %11.57, son testte %9.52 olmuştur.

Tablo 4.44 Renkli görme ile ilgili soruya lise son sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtmaktadır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.		6	4.08	16	10.88
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
<b>Siyah</b> Gülün rengi kırmızıdır. Cisimler kendi renklerini ve komşu renkleri yansıtır. O yüzden siyah görünür.		8	5.44	20	13.61
<b>Toplam</b>		<b>14</b>	<b>9.52</b>	<b>36</b>	<b>24.49</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızının karışımı olan turuncu gözlenecektir.		53	36.05	33	22.45
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.		17	11.57	14	9.52
<b>Açık kırmızı veya pembe</b> Daha açık renk görünür. Işık kırmızı gülün rengini açar.		4	2.72	0	0
<b>Mavi</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ve kırmızı karışınca mavi olur.		4	2.72	0	0
<b>2. Gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızı olur. Çünkü sarının içinde kırmızı ve yeşil vardır.		10	6.81	40	27.21
<b>3. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Beyaz</b> Sarı ışığı da soğuracağından beyaz görünür.		1	0.68	2	1.36
<b>4. Gülün renginin gelen ışığın rengine bağlı olarak değişmediğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ara renktir bir etkisi olmaz. Kırmızı ana renk olduğundan kendi rengini yansıtacaktır.		19	12.93	2	1.36
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızı görünür. Çünkü gülün rengini gündüz başka gece başka görmüyoruz.		7	4.76	0	0
<b>5. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta sarı görünür. Gönderilen ışığın rengini yansıtır.		7	4.76	12	8.17
<b>Toplam</b>		<b>122</b>	<b>83.00</b>	<b>103</b>	<b>70.07</b>
<b>C. Yanıtsız</b>		<b>11</b>	<b>7.48</b>	<b>8</b>	<b>5.44</b>
		<b>147</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisi, gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Öğrencilerin ön testte %6.81' i, son testte ise bir artış göstererek %27.21' i, gülün sarı ışıkta da kırmızı görüneceğini çünkü sarı ışığın kırmızı ve yeşilin karışımından oluştuğunu belirtmişlerdir. Gelen ışığın soğrulmasına bağlı olarak gülün renginin beyaz olacağını yazan öğrencilerin ön testte %0.68 olan oranları son testte %1.36 olmuştur. Gülün

renginin gelen ışığın rengine bağlı olmadığını ve değişmeyeceğini düşünen öğrenciler iki farklı yanıt vermişlerdir. “Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ara renktir bir etkisi olmaz. Kırmızı ana renk olduğundan kendi rengini yansıtacaktır” açıklamasını öğretimden önce yapan öğrencilerin oranı % 12.93 iken son testte %1.36 olmuştur. Gülün renginin her koşulda aynı olacağını söyleyen öğrenciler ise öğretim öncesi %4.76’lık bir orana sahip olmuşlardır. Bu kategorideki son yanıt türü öğrencilerin gülün renginin gelen ışığın renginde olacağını düşünerek sarı renkte görüneceğini düşündükleri durumdur. Bunlar öğretimden önce %4.76’lık bir orana sahipken, son testte bu oran %8.17 olmuştur.

Lise son sınıf öğrencileri ile yapılan görüşmelerde renkli görme üzerine daha detaylı bilgiler edinilmeye çalışılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerin tümü gül sorusu kendilerine tekrar yöneltildiğinde gülün turuncu görüneceğini ifade etmişlerdir. Bunun dışında öğrenciler ana renkleri boyalardaki ana renklerle karıştırmaktadırlar. Kırmızı ışık altında yüzünün çeşitli kısımları farklı renklerle boyanmış olan bir bilgisayar animasyonu üzerine yapılan görüşmede Öğrenci 14’ aşağıdaki açıklamalarda bulunmuştur.

**Görüşmeci:** (Fare animasyonu çalıştırılır). Mavi ve yeşil ışığı kapatalım. Sadece kırmızı ışıkta bakalım. Ne görüyorsun?

**Öğrenci 14:** Farenin kulakları ve gözleri siyah görünüyor.

**Görüşmeci:** Sırasıyla mavi ve yeşil ışıkları da açalım. Ne oldu?

**Öğrenci 14:** Bazı yerleri siyah, bazı yerleri renkli oldu.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 14:** Çünkü renklerin hepsi karışınca siyah renk oluşur. O yüzden siyah görüyoruz.

**Görüşmeci:** Peki farenin kulaklarının içi neden yeşil görünüyor?

**Öğrenci 14:** Orası yeşil ya da beyaz olabilir.

Öğrenci 14 renklerin hepsinin karışımının siyah olacağını düşünmektedir. Bu nedenle de farenin siyah gördüğü kısımlarının gerçekte de siyah olduğunu düşündüğünü ortaya koymuştur. Dolayısıyla cismin gerçek rengi ile cisme gönderilen ışığın rengi arasında bir ilişki kurmaksızın siyah görünen bölgeler için tüm renklerin karışımı, yeşil

görünen yerler için ise “ya yeşil ya da beyazdır” ifadesini kullanmaktadır. Bu düşünce öğrencilerin renklerin nasıl görüldüğüne ilişkin yeterli bilgi sahibi olmadıklarını ve farklı renkte ışık altında cisimlere bakıldığında o renklerin karışımı şeklinde cismin algılanacağını düşündüklerini göstermektedir.

#### **4.2.4.5 Geleneksel Öğretimin Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi**

Fizik öğretmenliği adayı öğrencilerin geleneksel öğretim öncesi ve sonrası renkli görme sorusuna verdikleri yanıtların türleri ve oranları Tablo 4.45’ te görülmektedir.

Fizik öğretmenliği adaylarının bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtları öğretim öncesinde %25 iken, öğretim sonrasında bir miktar azalarak %22.22 olmuştur. Ön testte tam yanıt veren öğrenci çıkmazken, öğretim sonrasında tam yanıt veren öğrencilerin oranı %19.44 olmuştur. Kısmi yanıt veren öğrencilerin oranı ise öğretimden önce %25 iken, öğretim sonunda %2.78’ e düşmüştür. Öğretim sonrasında tam yanıt veren öğrencilerin oranı artış gösterse de bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranında %2.78’ lik bir azalma olduğu görülmektedir.

Fizik öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde %66.67 olan bu oranın öğretimden sonra %69.45’ e çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarındaki ilk kategori gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Bu grupta en çok öğrencilerin tıpkı boyalarda olduğu gibi gülün sarı ve kırmızının karışımı olan turuncu renkte görüleceğini düşündükleri ve bu türden yanıt veren öğrencilerin oranının öğretimden önce %36.11, öğretimden sonra ise %33.33 olduğu görülmektedir. Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur diyen öğrencilerin oranı ise ön testte %8.33, son testte %2.78 olmuştur.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların ikinci kategorisi, gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Öğrencilerin ön testte %8.33’ ü, son testte ise bir artış göstererek %25’ i, gülün sarı ışıkta da kırmızı görüneceğini çünkü sarı ışığın kırmızı ve yeşilin karışımından oluştuğunu belirtmişlerdir. Gelen ışığın soğrulmasına bağlı olarak gülün renginin beyaz olacağını

yazan öğrencilerin ön testte %2.78 iken, son testte bu türden yanıt verilmemiştir. Gülün renginin gelen ışığın enerjisine bağlı olduğunu düşünen öğrenciler hem ön testte hem de son testte %2.78' lik bir orana sahiptirler ve “Siyah görünür. Çünkü kırmızı ışığın enerjisi sarınınkinden daha fazladır.” şeklinde açıklama yapmışlardır.

Tablo 4.45 Renkli görme ile ilgili soruya fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>					
<b>1. Tam Yanıt</b>		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtacaktır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.		0	0	7	19.44
<b>2. Kısmi Yanıt</b>					
<b>Siyah</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, kırmızı ve sarı yakın renkler olduğundan bir miktar sarı renk yansıyabilir. Ama tamamen sarı gözlenmez. O yüzden siyahtır.		9	25	1	2.78
<b>Toplam</b>		<b>9</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>22.22</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>					
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızının karışımı olan turuncu gözlenecektir.		13	36.11	12	33.33
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.		3	8.33	1	2.78
<b>2. Gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışıkta da kırmızı görünür. Çünkü sarının içerisinde içerisinde kırmızı ışık vardır.		3	8.33	9	25
<b>3. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Beyaz</b> Sarı ışığı da soğuracağından beyaz görünür.		1	2.78	0	0
<b>4. Gülün renginin ışığın enerjisine bağlandığı durum</b>					
<b>Siyah</b> Çünkü kırmızı ışığın enerjisi sarınınkinden daha fazladır.		1	2.78	1	2.78
<b>5. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>					
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta sarı görünür. Gelen ışığın renginde görünür.		3	8.33	2	5.56
<b>Toplam</b>		<b>24</b>	<b>66.67</b>	<b>25</b>	<b>69.45</b>
<b>C. Yanıtsız</b>		<b>3</b>	<b>8.33</b>	<b>3</b>	<b>8.33</b>
		<b>36</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlarda yer alan son yanıt türü öğrencilerin gülün renginin gelen ışığın renginde olacağını düşündükleri durumdur. Öğretim öncesinde fizik öğretmenliği öğrencilerinin %8.3' ü, öğretim sonrasında ise %5.56'sı gül “sarı” görünür demişlerdir.

Fizik öğretmenliği öğrencilerinin öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarında düşüş olması ve yapılan görüşmelerde de renkli görme ile ilgili elde edilen ipuçları öğrencilerin kavramsal düzeyde bir takım güçlükler yaşadıklarını göstermiştir. Aşağıda Öğrenci 17 ile kırmızı dekor ile ilgili sorulan soru üzerine yapılan görüşme alıntısı verilmiştir.

**Görüşmeci:** Karanlık bir salonda beyaz ışıkla aydınlatılan kırmızı bir dekoru ve kırmızı ışıkla aydınlatılan beyaz bir dekoru birbirinden ayırt edebilir misin?

**Öğrenci 17:** Beyaz dekorda kırmızı ışığı görürüm ama, kırmızı dekorda beyaz ışığı göremem.

**Görüşmeci:** Yani iki dekorun farklı olduğunu ayırt edebilir misin?

**Öğrenci 17:** Evet. Beyazda her renk yansiyacaktır ama kırmızı da hiçbir ışık yansımayaçağından algılayamam. Böylelikle ikisini birbirinden ayırt edebilirim.

Öğrenci 17 beyaz dekorun üzerine gönderilen kırmızı ışığı görebileceğini ama, kırmızı dekorun üzerine gönderilen beyaz ışığın görülemeyeceğini ifade etmiştir. İki dekorun farklı renklerde olduğunu ayırt edilebileceğini söyleyen öğrenci, beyaz dekorun üzerinden kırmızı ışığın yansiyacağını ama kırmızı dekorun üzerinde hiçbir ışığın yansımayaçağını düşünmektedir. Öğrencinin bu düşüncesi cisimleri nasıl renkli görebildiğimizi tam olarak kavramadığını göstermektedir. Her ne kadar görüşmenin başında renkleri nasıl görebildiğimizi açıklasa da, zeminin rengi ile üzerine gönderilen ışığın dalga boyu arasında bir ilişki kuramamış olması öğrencilerin öğrendikleri bilgiyi farklı durumlara uygulayamadıklarını ve sadece ezbere bir bilgiden öteye gitmediğini göstermektedir.

#### **4.2.4.6 Lise Öğrencileri ile Fizik Öğretmeni Adaylarının Ön Test-Son Test Karşılaştırması**

Tablo 4.46' da lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

Tablo 4.46 Renkli görme ile ilgili soruya lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)	Lise n (%)	Fizik Öğrt. n (%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>				
<b>1. Tam Yanıt</b>				
<b>Siyah</b> Gül kırmızı renktedir. Kırmızı rengin dışındaki ışınları soğurarak sadece kırmızıyı yansıtmaktadır. Sarı renkteki ışığın hepsini soğuracak ve siyah renkte görünecektir.	6 (4.08)	0	16 (10.88)	7 (19.44)
<b>2. Kısmi Yanıt</b>				
<b>Siyah</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında bakıldığında, kırmızı ve sarı yakın renkler olduğundan bir miktar sarı renk yansıyabilir. Ama tamamen sarı gözlenmez. O yüzden siyahtır.	8 (5.44)	9 (25)	20 (13.61)	1 (2.78)
<b>Toplam</b>	<b>14 (9.52)</b>	<b>9 (25)</b>	<b>36 (24.49)</b>	<b>8 (22.22)</b>
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>				
<b>1. Gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Turuncu</b> Gülün asıl rengi kırmızıdır. Sarı ışık altında sarı ile kırmızının karışımı olan turuncu gözlenecektir.	53 (36.05)	13 (36.11)	33 (22.45)	12 (33.33)
<b>Yeşil</b> Kırmızı ve sarı birleşince yeşil renk oluşur.	17 (11.57)	3 (8.33)	14 (9.52)	1 (2.78)
<b>Mavi</b> Gül kırmızıdır. Sarı ve kırmızı karışınca mavi olur.	4 (2.72)	0	0	0
<b>Açık Kırmızı ve Pembe</b> Sarı ışık rengini daha açık yapacaktır. Sarı+Kırmızı: Pembe	4 (2.72)	0	0	0
<b>2. Gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ışıkta da kırmızı görünür. Çünkü sarının içerisinde kırmızı ve yeşil ışık vardır.	10 (6.81)	3 (8.33)	40 (27.21)	9 (25)
<b>3. Gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Beyaz</b> Gül sarı ışığı soğuracağından beyaz görünür.	1 (0.68)	1 (2.78)	2 (1.36)	0
<b>4. Gülün renginin gelen ışığın rengine bağlı olarak değişmediğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızıdır. Sarı ara renktir bir etkisi olmaz. Kırmızı ana renk olduğundan kendi rengini yansıtabilir.	19 (12.93)	0	2 (1.36)	0
<b>Kırmızı</b> Gülün rengi kırmızı görünür. Çünkü gülün rengini gündüz başka gece başka görmüyoruz.	7 (4.76)	0	0	0
<b>5. Gülün renginin gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durum</b>				
<b>Sarı</b> Sarı ışıkta sarı görünür. Tuttuğumuz ışığın renginde görünür.	7 (4.76)	3 (8.33)	12 (8.17)	2 (5.56)
<b>6. Gülün renginin ışığın enerjisine bağlandığı durum</b>				
<b>Siyah</b> Çünkü kırmızı ışığın enerjisi sarınınkinden daha fazladır.	0	1 (2.78)	0	1 (2.78)
<b>Toplam</b>	<b>122 (83.00)</b>	<b>24 (66.67)</b>	<b>103 (70.07)</b>	<b>25 (69.45)</b>
<b>C. Yanıtsız</b>				
	<b>11 (7.48)</b>	<b>3 (8.33)</b>	<b>8 (5.44)</b>	<b>3 (8.33)</b>
	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>	<b>147 (100)</b>	<b>36 (100)</b>



Lise son sınıf ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranlarına bakıldığında lise öğrencilerinin öğretim sonrası yanıtları %14.97 oranında artarken, fizik öğrenenliği adaylarının oranı %2.78' lik bir azalma göstermiştir. Ancak tam yanıt veren öğrencilerin oranları incelendiğinde lise öğrencilerinin oranı %6.8 azalırken, fizik öğretmeni adaylarının %19.44'e çıktığı görülmektedir.

Lise öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtları ön testte %83 iken son testte %70.07, fizik öğretmenliği öğrencilerinin yanıtlarına bakıldığında ise öğretim öncesinde %66.67 olan bu oranın öğretimden sonra %69.45' e düştüğü görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlardan ilki öğrencilerin gülün renginin ışınların karışımı olarak görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Her iki grup öğrencilerinin de büyük oranlarda verdiği yanıt olan gülün renginin turuncu olacağını belirten lise öğrencilerinin oranı %36.05 iken öğretimden sonra bu oran %22.45' e gerilemiştir. Fizik öğretmenliği adaylarının ise öntestte %36.11' i, aynı cevabı verirken öğretimden sonra %33.33' ü gül turuncu görünür demişlerdir. Kırmızı ve sarı birleştiğinde yeşil rengin oluşacağını düşünen lise öğrencilerinin oranı öğretim öncesi %11.57 iken, fizik öğretmenliği öğrencilerinin oranı %8.33; öğretimden sonra ise lise öğrencileri %9.52 oranında bu türden yanıt verirken fizik öğretmenliği öğrencilerinde bu oran %2.78 olmuştur.

Her iki grup öğrencilerinin aynı biçimde yanıt verdikleri diğer bir kategori gülün renginin ortak renkleri barındırmasına bağlı olarak görüleceği durumdur. Öğretim öncesinde lise öğrencilerinin %6.81'i fizik öğretmenliği öğrencilerinin %8.33' ü; öğretim sonrasında ise lise öğrencilerinin %27.21' i fizik öğretmenliği öğrencilerinin %25' i gülün renginin kırmızı görüneceğini çünkü sarı ışığın içinde kırmızı ve yeşil ışıkların olduğunu ifade etmişlerdir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar içerisinde yer alan diğer bir kategori ise gelen ışığın soğrulması ile gülün renginin görülebileceğinin düşünüldüğü durumdur. Gülün sarı ışığı soğurmasıyla beyaz görüneceğini düşünen lise öğrencilerinin oranı %0.68, fizik öğretmenliği öğrencilerinin oranı ise %2.78' dir. Son testte lise öğrencilerinin %1.36' sı böyle düşünürken, fizik öğretmenliği adaylarından bu yanıtı veren çıkmamıştır. Bu kategoride yer alan son ortak yanıt türü ise gülün gönderilen ışığın renginde görüleceğinin düşünüldüğü durumdur. Buna göre gülün sarı renkte

görülebileceğini belirten lise öğrencilerinin oranı öğretimden önce %4.76, öğretimden sonra ise %8.17 olurken, fizik öğretmenliği öğrencilerinin oranları ise ön testte %8.33, son testte ise %5.56 olmuştur.

Lise son sınıf öğrencileri ile fizik öğretmenliği öğrencilerinin verdikleri yanıtlar incelendiğinde ortak kategorilerin çokluğu ve bu yanıtları veren öğrencilerin oranlarının yakınlığı benzer düşünce biçimlerine sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerde de aynı söylemler dikkati çekmektedir. Lise son sınıf öğrencilerinden Öğrenci 12 ve fizik öğretmenliği adaylarından da Öğrenci 19' un ankette yer alan gül sorusu ile ilgili açıklamaları aşağıda verilmiştir.

**Öğrenci 12:** Gülün rengi beyaz ışıkta kırmızı görüldüğüne göre kırmızı olur. Eğer sarı ışıkla bakarsam turuncu görünecektir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 12:** Çünkü sarı ve kırmızının karışımları turuncu olacaktır.

**Görüşmeci:** Mavi ışık altında bakarsak ne olur peki?

**Öğrenci 12:** O zaman mavi ve kırmızının karışımı mor olacaktır.

Lise öğrencilerinden Öğrenci 12 yukarıda yaptığı açıklamada da görüldüğü gibi, gül ile sarı ışığın renginin birbirine karışacağını düşünmektedir. Ayrıca iki rengin karışımını boyalarda olduğu gibi belirtmekte ve kendisine mavi ışık altında gülün nasıl görüneceği sorulduğunda mor yanıtını vererek de bu düşüncesini kuvvetlendirmiştir. Aşağıda fizik öğretmenliği öğrencilerinden benzer düşünce biçimine sahip Öğrenci 19' un gül sorusuna verdiği yanıt vardır.

**Öğrenci 19:** Gülün rengi kırmızıdır. Eğer sarı ışıkla bakarsam turuncu olur.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 19:** Her iki rengin karışımı yani sarı ve kırmızı karışınca turuncu olacaktır.

**Görüşmeci:** Mavi ışık altında bakarsak ne olur peki?

**Öğrenci 19:** O zaman mavi ve kırmızının karışımı olan mor olacaktır.

Fizik öğretmenliği öğrencisi' nin yanıtları ile Öğrenci 12' nin yanıtları arasında hem ifade hem de düşünce biçimi olarak hiçbir fark görülmemektedir. Fizik

öğretmenliği öğrencilerinden görüşülen 4 öğrencinin de aynı biçimde açıklama yaptıkları düşünülürse öğretmen adaylarında oldukça yaygın olan bu düşüncenin fizik öğretmenlerinde de yaygın olması yüksek bir olasılığa sahiptir.

## **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Araştırmanın bu bölümünde bulgulardan elde edilen sonuçlar tartışılarak bu sonuçlar ışığında öğrencilerin görüntü oluşumu ve renkler konularına özgü kavram yanılgılarını gidermeye yönelik çeşitli öneriler sunulacaktır. Görüntü oluşumu ve renklere ilişkin elde edilen sonuçlar iki ayrı başlık altında ele alınmış, ardından da bu çalışma ve ileriki zamanda yapılacak araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

### **5.1 Sonuçlar**

#### **5.1.1 Görüntü Oluşumuna İlişkin Sonuçlar**

Araştırmanın örnekleminde yer alan ilköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf öğretmeni ve fizik öğretmeni adaylarının düzlem ayna, küresel aynalar ve merceklerde görüntü oluşumu konularıyla ilgili olarak kavramsal anlama testlerinden ve görüşmelerden elde edilen bulgulardan ortaya çıkan kavram yanılgıları, her bir örneklem için karşılaştırılmalı olarak Tablo 5.1’ de görülmektedir. Öğrencilerde sıkça görülen bu yanılgılar, altında yatan nedenlere göre genel başlıklar altında gruplandırılarak sunulmuştur. Ayrıca hangi yanılgının hangi öğrenci grubunda olduğu, öğretim öncesi ve sonrası durumda ne olduğuna ilişkin işaretlemeler de Tablo 5.1’ de verilmiştir.

Öğrencilerin görüntü oluşumuna ilişkin yanılgıları ortak özelliklerine göre 5 ayrı kategoride toplanmıştır. Bunlar; alan içerisindeki kavramların karıştırılmasına ilişkin yanılgılar, oluşan görüntünün doğasına ilişkin yanılgılar, ışın diyagramlarının çizimine ilişkin yanılgılar, dilin etkisi ile oluşan yanılgılar ve optik araçların görüntü oluşumundaki rolüne ilişkin yanılgılardır. Tablo 5.1’ de yer alan her bir yanılgı türü ile ilgili sonuçlar ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

Tablo 5.1 Öğrencilerin görüntü oluşumu ile ilgili sıkça karşılaşılan kavram yanlışları ve türleri

Kavram Yanılgısı Türü	İlköğr. Öğr.		Sınıf Öğrt.		Lise Öğr.		Fizik Öğrt.	
	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.
<b>A. Alan içerisindeki kavramların karıştırılması ilişkin yanlışlar</b>								
1. Aydınlanma olayı ile görüntü oluşumunun karıştırılması	√	√	√	√	√	√	-	-
2. Gölge olayı ile görüntü oluşumunun karıştırılması	√	√	√	√	√	√	-	√
3. Küresel aynalar ile düzlem aynaların karıştırılması	√	√	√	√	√	√	√	√
4. Düzlem aynada görüntü oluşumu yakınsak merceklerle karıştırılması	-	√	-	√	-	-	-	-
5. Aynalar ile merceklerin karıştırılması	√	√	√	√	-	-	-	-
6. Çukur aynalar ile tümsek aynaların karıştırılması	√	√	-	-	-	√	-	√
7. Çukur aynalar ile merceklerin karıştırılması	-	-	-	√	-	√	-	√
8. İnce ve kalın kenarlı merceklerin karıştırılması	√	√	-	√	-	√	-	√
<b>B. Oluşan görüntünün doğasına ilişkin yanlışlar</b>								
1. Düzlem aynada görüntünün yeri aynanın içinde (üzerinde) olur.	-	√	-	-	-	√	-	-
2. Gerçek görüntü cisim eğer olduğu gibi gözleniyorsa oluşur.	-	√	-	√	-	√	-	√
3. Görüntü düz görünüyorsa gerçek, ters ise sanaldır.	-	√	-	√	-	√	-	√
<b>C. Işın diyagramlarının çizimine ilişkin yanlışlar</b>								
1. Aynalarda görüntüyü gelen ışınların uzantıları birleşerek oluşturur.	-	√	-	√	-	√	-	√
2. Düzlem aynada görüntü çiziminin yakınsak merceklerle karıştırılması	-	√	-	√	-	√	-	-
3. Sanal görüntüler nokta nokta görünür.	-	-	-	√	-	-	-	√
4. Tek bir ışın çizerek görüntünün oluşturulması	√	√	√	√	√	√	-	√
5. Işın çizme ve ışın kavramının oluşmaması	√	√	√	√	√	√	√	√
6. Görüntüyü sadece özel ışınlar oluşturur.	-	-	-	√	-	√	-	√
7. Işın diyagramı çiziminde ekran kullanılması	-	-	-	√	-	√	-	-
8. Ekranın düzlem ayna olarak düşünülmesi	-	-	√	√	√	√	√	√
<b>D. Dilin etkisiyle oluşan yanlışlar</b>								
1. Sanal görüntü net gözlenemeyen görüntüdür.	√	√	√	√	√	√	√	√
2. Kalın camlı mercek büyük ince camlı küçük gösterir.	√	√	-	√	√	√	-	√
3. Kalın kenarlı mercek ışığı dağıtacağından daha büyük görüntü oluşur.	-	-	-	√	-	-	-	-
4. Kalın kenarlı büyütür. Çünkü uzağı göremeyenler kalın kenarlı kullanır.	-	-	-	√	-	-	-	-
<b>E. Optik araçların görüntü oluşumundaki rolüne ilişkin yanlışlar</b>								
1. Mercek kaldırıldığında da görüntü oluşacaktır.	-	-	√	√	√	√	√	√
2. Merceğin bir kısmı kapatılırsa sadece açık kısmın görüntüsü oluşur.	-	-	-	√	-	√	-	√
3. Bir merceğin optik merkezi kapatılırsa görüntü oluşmaz.	-	-	-	-	-	-	-	√

### *A) Alan İçerisindeki Kavramların Karıştırılmasına İlişkin Yanılgılar*

Bu tür yanılgılar, öğrencilerin alan içerisindeki kavramları ya da olayları birbirleri ile karıştırdıkları durumları içermektedir ve araştırmaya katılan tüm gruplarda Tablo 5.1’de de görüldüğü gibi sıkça rastlanılmıştır. İlköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin aydınlanma ve gölge olayları ile görüntü oluşumunu, düzlem aynalarla küresel aynaları ve mercekleri birbirleri ile ve son olarak da düzlem aynada görüntü oluşumunu yakınsak mercede görüntü oluşumu ile karıştırdıkları görülmüştür. Bu durum, sınıf öğretmeni adayları ile öğretmenlik yapacakları yaş grubundan ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin bu türde ortaya çıkan 8 yanılgıdan beş (1, 2, 3, 5, 8 nolu yanılgılar) tanesinin ortak olduğunu göstermektedir. Lise son sınıf ve fizik öğretmeni adaylarının yanılgılarına bakıldığında da 5 yanılığın (2, 3, 6, 7, 8 nolu yanılgılar) her iki grupta görüldüğü ortaya çıkmıştır. Bunlar; gölge olayı ve görüntü oluşumunun, küresel aynalar ile düzlem aynaların, çukur ve tümsek aynaların, çukur aynalar ile merceklerin karıştırılması ve ince ve kalın kenarlı merceklerin birbirleri ile karıştırılmasıdır.

Kavramların birbiri ile karıştırılması çeşitli fizik konularında da sıkça görülen yanılgılardandır [88, 89, 90, 91]. Palacios ve ark. [68] yaptıkları çalışmada, bu sonuca benzer bir biçimde geometrik optik ile ilgili pek çok kavramın birbiri ile karıştırıldığını ortaya koymuşlardır. Bunların içinde aynalar ile merceklerin özellikleri, yansıma ile kırılma olayları yer almaktadır. Gerek özel terimlerin anlaşılmasından, gerek bir takım özel araç ve gereçlerin nasıl ve hangi amaçla kullanıldığının bilinmemesinden, gerekse kullanılan dil ile bilimsel dilin çelişmesi gibi nedenlerle bu tür yanılgılara sıkça rastlanılmaktadır. Ancak bu kategoride yer alan gölge ve aydınlanma olayları ile görüntü oluşumunun karıştırılması sadece terimlerin ya da kavramların birbirleri ile karıştırılması değildir. Burada öğrencilerin bu olayların oluşumu sırasında ışığın nasıl farklı bir rol oynadığının ayrımını yapamadıkları ve bu nedenle bu üç ışık olayını karıştırdıkları sonucu ortaya çıkmaktadır.

### *B) Oluşan Görüntünün Doğasına İlişkin Yanılgılar*

Bu grupta yer alan yanılgılar düzlem ayna, çukur ayna ya da yakınsak mercede oluşan görüntü ile ilgili yapılan görüşmelerde öğrencilerin görüntünün özellikleri ile

ilgili söylediklerinden ortaya çıkmıştır. Bu grupta yanılgıların gruplara göre dağılımına bakıldığında ilginç bir durum gözlenmektedir. 1 nolu “düzlem aynada görüntünün yeri aynanın içinde (üzerinde) olur” yanılgısı sadece ilköğretim ve lise son sınıf öğrencilerinde gözlenmiştir yani öğretmen adaylarında gözlenmemiştir. Ancak diğer iki yanılgıya bakıldığında ki bunlar; “gerçek görüntü cisim eğer olduğu gibi gözleniyorsa oluşur ve görüntü düz görünüyorsa gerçek, ters ise sanaldır” ifadeleri tüm öğrenci gruplarında ortaya çıkmıştır. Bu durum hangi sınıf düzeyinde olursa olsun öğretim sırasında görüntünün özellikleri üzerine fazla odaklanılmadığını, özellikle de sanal ya da gerçek görüntünün ne anlam ifade ettiğinin kavratılmadığını ortaya koymaktadır.

Sanal ve gerçek görüntünün öğrenciler tarafından ayırt edilememesi Palacios ve ark.’nın yaptıkları çalışmada da ortaya konmuştur [68]. Araştırmaya katılan öğrencilerin bir çoğunun düzlem aynada oluşan görüntüyü gerçek görüntü olarak tanımladıkları belirtilmiş, ancak çalışmada çoktan seçmeli sorular kullanılması nedeniyle bu yanıtın neden verildiğine ilişkin bir açıklama yapılamamıştır.

### *C) Işın Diyagramlarının Çizimine İlişkin Yanılgılar*

Görüntü oluşumuna ilişkin sonuçların ışın diyagramları aracılığıyla doğrulanabilmesi, konunun kavranabilmesi açısından geometrik optikte oldukça önemli bir basamaktır. Bu nedenle öğrencilerden, bir takım kurallar çerçevesinde ve ayrıca biraz el becerisi ve üç boyutlu düşünme yetenekleri doğrultusunda bu görevi yapmaları beklenir.

Bu grupta tüm öğrencilerde yaygın olarak görülen ve hem aynalarla hem de merceklerle ilişkin yapılan görüntü çizimlerinde karşılaşılan iki temel yanılgı vardır. Bunlar; tek bir ışın kullanarak görüntüyü çizme, ışın çizme ve ışın kavramının ne olduğunun henüz oluşmamış olmasıdır. Bu iki durum öğrencilerin hem testlerde yaptıkları çizimlerde hem de görüşmeler sırasında ortaya çıkmıştır.

İlköğretim öğrencileri ile sınıf öğretmeni adaylarının yanılgıları karşılaştırıldığında, yukarıda bahsedilen iki (4 ve 5 nolu) yanılgının dışında 1 ve 2 nolu yanılgılar da her iki grupta görülmüştür. Öğrenciler, aynalarda görüntü çizerken aynaya gelen ışının uzantılarını birleştirerek görüntüyü çizmişlerdir ve düzlem aynada görüntü

çizimini yakınsak mercekle karıştırmışlardır. Lise son sınıf ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin ise, bu yanlışlara ek olarak görüntünün sadece özel ışınlar tarafından oluşturulduğunu düşündükleri ve ekranı düzlem ayna gibi kullandıkları ortaya çıkmış, böylece bu gruplarda altı (1, 2, 4, 5, 6 ve 8 nolu) yanlışın ortak olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin görüntü çiziminde yansıyan ışınları değil de, gönderilen ışınları birleştirmeleri ve düzlem aynada görüntüyü tıpkı yakınsak mercekteki gibi düşünerek çizmeleri aynalarda yansıma olayının, merceklerde ise kırılma olayının olduğunu her ne kadar biliyor olsalar bile başka durumlara uygulayamadıklarını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte lise öğrencileri ile fizik ve sınıf öğretmeni adaylarında görülen, “özel ışınların dışında başka ışınların da görüntüyü oluşturmaya katkısının olmadığı” düşüncesi, öğretim sırasında yapılan çizimlerde sadece özel ışınların kullanılarak görüntüyü oluşturduklarını göstermektedir. Ayrıca, ilköğretim öğrencileri hariç diğer öğrencilerde görülen ve ekranın yansıtıcı bir yüzey olarak ele alınarak düzlem ayna gibi düşünülmesi, her düzlem ve parlak yüzeyin ayna gibi davranacağını düşünülmesini ortaya koymuştur.

Işın diyagramlarının çizimine ilişkin karşılaşılan zorluklar geometrik optik ile ilgili alanyazında da sıklıkla görülmüştür. Kara ve ark. [10] ile Colin ve Viennot [75], öğrencilerin merceklerle ilgili çizimleri doğru yapamadıklarını; Goldberg ve McDermott [59], ışık ışını kavramının öğrencilerde gelişmediğini, görüntü çizimlerinde özel ışınların önemini kavrayamadıklarını ve özel ışınlardan ikisinin engellenmesi ile görüntünün oluşmayacağını düşündüklerini; Galili ve ark. [60], öğrencilerin tek bir ışınla görüntü çizimi yapmaya çalıştıklarını bu araştırma sonuçlarına paralel olarak ortaya koymaktadır.

#### *D) Dilin Etkisiyle Oluşan Yanlışlar*

Kavram yanlışlarının oluşma nedenlerinden biri de kullanılan dilin etkisidir [1, 24, 26, 82]. Hem konuda geçen özel terimlerin ders içerisinde kullanımından dolayı, hem de günlük dilin etkisinden kaynaklanan bir takım durumlar öğrencilerin konuyu kavramasında zorluk çıkarmaktadır. Tablo 5.1’ de de görüldüğü gibi öğrenciler, dil etkisiyle ortaya çıkan 4 yanlışla sahiptirler. Bu yanlışlardan ilki tüm öğrenci



gruplarında ortaya çıkan “sanal görüntü net gözlenemeyen görüntüdür” yanılıdır. Günlük hayatta ‘sanal’ sözcüğü genelde gerçekte görünmeyen ya da tahmini durumlar için kullanılan bir kavramdır. Günlük dildeki bu kullanım öğrencilerin ‘sanal görüntüyü’ gerçek gibi görünmeyen veya olduğundan farklı görünen görüntü şeklinde algılamalarına neden olmaktadır. Bu nedenle de düzlem aynada kendini gerçekte olduğundan farksız gören öğrenciler görüntünün gerçek olduğunu ve sanal görüntünün ise net gözlenemeyen görüntü olduğu yanılına düşmektedirler.

İlköğretim öğrencileri ve sınıf öğretmeni adaylarının sanal görüntü ile ilgili kavram yanılına ek olarak ‘kalın camlı merceklerin büyük ince camlıların ise küçük gösterdiğini’ düşündükleri ortaya çıkmıştır. Lise son sınıf ve fizik öğretmenliği öğrencilerin de de aynı ortak yanılı belirlenmiştir. Burada ince ve kalın kelimelerinin çağrıştırdığı anlam ve ayrıca kalın camlı gözlüklerin daha büyük göstereceğinin düşünülmesi öğrencilerin günlük yaşamlarında edindikleri deneyimlere ve kelimelerin çağrışımlarına dayanmaktadır. Dolayısıyla kullanılan dilin kavramsal anlamadaki önemi ortaya çıkmıştır.

#### *E) Optik Araçların Görüntü Oluşumundaki Rolüne İlişkin Yanılılar*

Lise ve üniversite öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testinde yer alan mercek sorusunda, öğrencilerin sahip olduğu ilginç bir yanılı ortaya çıkmıştır. Öğrenciler mercek kaldırılrsa bile görüntünün oluşacağını ifade etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin, kullanılan optik araçların görüntünün oluşmasındaki rolünü kavrayamadıklarının bir göstergesidir. Çünkü öğrenciler, görüntünün oluşabilmesi için sadece ışığın yeterli olduğunu düşünmektedirler.

Bu grupta yer alan ve lise son sınıf, fizik ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinde ortak olarak görülen diğer bir yanılı merceklerde görüntü oluşumu ile olarak, merceğin bir kısmının kapatılması sonucu görüntünün ya oluşmayacağını düşünülmesi ya da cismin bir kısmının görüntüsünün gözleneceğinin düşünülmesidir. Öğrencilerin bu düşüncesinin altında, sadece özel ışınların kullanılarak görüntünün oluşabileceği düşüncesi ve mercekten geçen ışınların nasıl davranacağını kavranmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırmadaki benzer sonuçlar Goldberg ve McDermott [59] ile Chauvet [85]' in çalışmalarında da ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar ğrencilerin kullanılan ışın diyagramları üzerindeki optik sistemin bileşenlerindeki değişiklikleri açıklamada yetersiz kaldıklarını ve ekranın yerinin değiştirilmesi sonucunda görüntüye ne olacağını kestiremediklerini ortaya koymaktadırlar. Ayrıca, merceğin kaldırılması sonucunda da grntnin oluşacağının ve merceğin bir kısmının kapatılması sonucu grntnin ya oluşmayacağının ya da cismin bir kısmının görüntüsünün gzleneceğinin düşünülmesi yanılığları bu araştırma sonuçları ile uyumaktadır.

### **5.1.2 Renklere İlişkin Sonuçlar**

İlköğretim 5. sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik ğretmenliği adaylarının renk kavramı, renklerin karışımı, ışık filtreleri ve renkli görmeyle ilgili olarak kavramsal anlama testlerinden ve görüşmelerden elde edilen bulgulardan ortaya çıkan kavram yanılığları, her bir örneklem için karışılaştırılmalı olarak Tablo 5.2' de görülmektedir. Öğrencilerde sıklıca görülen bu yanılığlar, özelliklerine göre 5 ayrı kategoride toplanmıştır. Bunlar; renk kavramına ilişkin yanılığlar, ışık renklerinin boya renkleri ile karıştırılmasına ilişkin yanılığlar, ışık filtrelerinin görevlerinin kavranamaması, beyaz ışığın doğasına ilişkin yanılığlar ve renkli görme olayının kavranamamasından kaynaklanan yanılığlardır. Her bir yanılığ türü ile ilgili sonuçlar ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

Tablo 5.2 Öğrencilerin renklerle ilgili sıkça karşılaşılan kavram yanlışları ve türleri

Kavram Yanılgısı Türü	İlköğr. Öğr.		Sınıf Öğrt.		Lise Öğr.		Fizik Öğrt.	
	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.	Ö.Ö.	Ö.S.
<b>A. Renk kavramına ilişkin yanlışlar</b>								
1. Renk maddedir. Çünkü cisimlerin rengini boyalar verir.	√	√	√	√	√	√	√	-
2. Renk ışık değildir. Ama ışık olmadan renkleri göremeyiz.	√	√	-	√	-	-	-	-
3. Renk bir algılamadır. Cisimleri algılayarak renklerini ayırt ederiz.	√	√	√	√	√	√	√	√
4. Renkli ampuller etrafı renkli yapar bu yüzden renk ışıktır.	√	√	-	-	-	-	-	-
<b>B. Işık renklerinin boya renkleri ile karıştırılmasına ilişkin yanlışlar</b>								
1. Farklı renkte iki ışığın karışımının boyaların karışımı olarak düşünülmesi	√	√	√	√	√	√	√	√
2. Ana renkler kırmızı-mavi ve sarıdır.	-	√	-	√	-	√	-	√
3. Renkli bir cisim renkli bir ışıkla aydınlatılırsa, cismin rengi ile ışığın rengi karışır.	-	√	-	√	-	√	-	√
4. Renklerin hepsi karışınca siyah görünür.	-	-	-	-	-	√	-	-
<b>C. Işık filtrelerinin görevinin kavranamaması</b>								
1. Filtrenin ışık kaynağı gibi düşünülmesi.	√	√	√	√	√	√	√	√
2. Filtre ne renk ise etrafı o renkte görürüz.	-	√	-	√	-	-	-	-
3. Filtrenin ışığı kırıcı bir ortam olarak düşünülmesi.	-	-	-	-	√	-	√	-
4. Renkli bir ışık renkli bir filtreden geçerken diğer tarafa iki rengin karışımı geçer.	-	-	-	-	-	√	-	√
<b>D. Beyaz ışığın doğasına ilişkin yanlışlar</b>								
1. Beyaz ışık kırmızı renklidir.	√	√	√	√	√	√	-	√
2. Beyaz ışığın rengi sarıdır.	-	√	-	-	-	-	-	-
<b>E. Renkli görme olayının kavranamamasından kaynaklanan yanlışlar</b>								
1. Renkli bir cisme farklı renkte ışık altında bakarsak cismi iki rengin karışımı şeklinde görürüz.	√	√	√	√	√	√	√	√
2. Bir cismi renkli görebilmek için üzerine gelen ışığı soğurması gerekir.	√	√	√	√	√	√	√	-
3. Renkli bir cisme hangi renk ışıkla bakarsak bakalım kendi renginde görünür.	√	√	-	-	√	√	-	-
4. Renkli bir cisme hangi renk ışıkla bakarsak o renk görürüz.	√	√	√	√	√	√	√	√
5. Bir cisme siyah ışık tutarsak siyah görünür.	-	√	-	√	-	-	-	-

#### *A) Renk Kavramına İlişkin Yanılgılar*

Öğrencilerin rengi tanımlamaları sırasında 4 farklı yanılgı ortaya çıkmıştır. İlköğretim öğrencileri ve sınıf öğretmeni adaylarında 3 ortak yanılgının olduğu Tablo 5.2' de görülmektedir. Öğrenciler rengin madde olduğunu, ışık olmadığını ve bir algılama olduğunu ifade etmişlerdir. Lise son sınıf ve fizik öğretmeni adayları ise rengi madde olarak ve algılama olarak tanımlamışlardır. Öğrencilerin yaptıkları bu tanımlamalar renk kavramına ilişkin düşüncelerinin oldukça yetersiz ve hatalı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle renk kavramıyla ilgili olarak kafalarında net bir düşünce oluşturamamış öğrencilerin, konuya ilişkin daha üst düzey kavramları anlayabilmesi oldukça zor olacaktır. Benzer sonuçlar Chauvet [85]' in çalışmasında da ortaya konmuş ve öğrencilerin rengi algılanan şey olarak tanımladıkları görülmüştür.

#### *B) Işık Renklerinin Boya Renkleri ile Karıştırılmasına İlişkin Yanılgılar*

Renkler konusu ile ilgili olarak en sık rastlanılan yanılgı türlerinden biri, ışığın renklerinin boyalardaki renkler gibi düşünülmesidir. Benzer sonuçlara Saxena [47], Olivieri ve ark. [66], Rutherford [67], Colin ve ark. [76] ve ayrıca ülkemizde Gürel [93] farklı yaş grubundaki öğrenciler de yaptıkları çalışmalarında ulaşmışlardır.

Tablo 5.2' de de görüldüğü gibi, tüm öğrenci gruplarında 1., 2. ve 3. yanılgılar belirlenmiştir. Gerek görüşmelerde, gerekse testlerde sorulan sorulara verilen açıklamalarda öğrenciler; iki farklı renkte ışığın karışımını boyaların karışımı olarak düşünüp rengini o şekilde ifade etmişlerdir. Ayrıca ana renkler sorulduğunda resimdeki ana renkler olan kırmızı, mavi ve sarıyı söylemişlerdir. Renkli bir cismin, renkli bir ışıkla aydınlatılmasını da tıpkı boyaların karışımı gibi ifade etmişler ve boyaların karışımlarından örnekler vermişlerdir. Tüm bu yanılgılar, öğrencilerin beyaz ışığın farklı renklerdeki dalga boylarından oluştuğunu kavramamış olmasından ve derslerde boyalarla ışık arasındaki bu özel durumun öğrencilere yeterince ya da hiç açıklanmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### *C) Işık Filtrelerinin Görevinin Kavranamaması*

Öğrencilerin ışık filtreleri ile ilgili olarak 4 farklı durumda kavram karmaşası yaşadıkları görülmüştür. Tüm öğrenci grupları filtreyi bir ışık kaynağı gibi düşünme eğilimindedir. İlköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencileri filtrelerin rengi ne ise etrafında o renk görüleceğini ifade etmişlerdir. Diğer taraftan lise ve fizik öğretmenliği öğrencileri ise filtreyi gelen ışığı kıran bir ortam gibi düşünmektedirler. Ayrıca lise son sınıf ve fizik öğretmenliği öğrencileri, “renkli bir ışık filtreden geçtiğinde, diğer tarafa filtrenin rengi ile gelen ışığın renginin geçeceği” kavram yanılığına da sahiptirler.

#### *D) Beyaz Işığın Doğasına İlişkin Yanılığlar*

Filtrelerle ilgili sorulan soruda, öğrencilerin bir kısmının beyaz ışığın kırmızı renkli olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla tüm öğrenci gruplarında ortaya çıkan bu düşünce, öğrencilerin beyaz ışığın yapısı ile ilgili bilgilerinin eksik olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu grupta ilköğretim öğrencileri beyaz ışığın sarı renkte olduğunu ifade etmişlerdir. Bu yanılığ, aslında o yaş grubu öğrencilerinin sarı renkte gördükleri ve resmettikleri güneşin yolladığı, ışığın da sarı olması gerektiği fikrine dayanmaktadır. Bu durum öğrencilerin çevrelerindeki olayların nedenini sorgulamaksızın kendi gözlemlerine göre bir sonuca ulaştıklarını göstermektedir.

#### *E) Renkli Görme Olayının Kavranamamasından Kaynaklanan Yanılığlar*

Öğrencilerin renkleri nasıl görebildiklerini açıklamaları istendiğinde bu konuda oldukça fazla yanılığa sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Tüm yaş gruplarında görülen yanılığlar şunlardır; renkli bir cisme farklı renkte ışık altında bakarsak cisim iki rengin karışımı şeklinde görürüz, bir cisim renkli görebilmek için üzerine gelen ışığı soğurması gerekir ve renkli bir cisme hangi renk ışıkla bakarsak o renk görürüz. Sadece ilköğretim ve lise öğrencilerinde ortaya çıkan yanılığ ise “renkli bir cisme hangi renk ışıkla bakarsak bakalım kendi renginde görünür” şeklindedir. Benzer biçimde sadece ilköğretim ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinde görülen yanılığ ise öğrencilerin **siyah**

**ışık** terimini kullanarak “bir cisme siyah ışık tutarsak siyah görünür” şeklindeki ifadeleridir.

Her ne kadar öğrenciler verdikleri çeşitli yanıtlarda renkleri nasıl görebildiğimizle ilgili kısmen doğru sayılabilecek açıklamalar yapmış olsalar da, tüm bu yanılgıların renkli görmeye ilişkin farklı bir uygulamayla karşılaştıklarında ortaya çıktığı görülmüştür. Dolayısıyla öğrenciler öğrendikleri bir bilgiyi farklı durumlara uygulayamamışlardır. Renkli görmeye ilişkin bu araştırmadan elde edilen benzer sonuçlar Saxena [47] tarafından lise öğrencileri ile yapılan araştırma sonuçlarında ve Colin ve ark. [76]’nin yaptıkları araştırmada da ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 incelendiğinde sınıf öğretmenliği öğrencileri ve ilköğretim öğrencilerinin kavram yanılgılarındaki benzerlik, fizik öğretmenliği ve lise öğrencilerinde de kendini göstermektedir. Bu durum, hem uygulanan ön test ve son testlerin, hem de yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin aynı soruya benzer yanıtlar vermeleri ve hatta aynı biçimde düşünüyor olmaları, edinilen bilgilerin önceki yaşlarda geçirilmiş deneyimlerle ilişkili olduğunun da en iyi göstergesidir. Bu nedendir ki, 17 (lise öğrencileri) ve 22 (öğretmen adayı öğrenciler) yaşlarında olan öğrenciler, kendilerinden çok küçük olan 11 yaşındaki ilköğretim öğrencileriyle aynı kavram yanılgılarına sahip olabilmektedirler. Her ne kadar farklı öğrenciler de olsalar, 17 ve 22 yaşlarındaki öğrencilerin bu konularla ilk defa 11 yaşlarındayken karşılaşmış olduklarını düşündüğümüzde, aradan geçen onca sürede ve geçirdikleri öğretim süreci boyunca sahip oldukları bazı düşünce biçimlerinin değişmediği söylenebilir. Diğer taraftan öğretmen adaylarında ve onların öğrencileri olabilecek yaştaki öğrencilerde aynı kavram yanılgılarının ortaya çıkması, birtakım kavram yanılgılarının öğretmenleri tarafından öğrencilerine aktarılmış olabileceği olasılığını da akla getirmektedir. Bu sonuç öğretmen eğitiminde alan bilgisi boyutunun gözden geçirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

## 5.2 Öneriler

Bu kısımda, araştırmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak görüntü oluşumu ve renkler konularının öğretimine, öğretmen yetiştirme sistemine ve program geliştirme sürecine ilişkin bazı öneriler sunulmuştur.

### 5.2.1 Öğretime İlişkin Öneriler

Görüntü oluşumu konusunun öğretimine ilişkin dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Görüntü oluşumu; yansıma ve kırılma gibi ışık olaylarının sonucunda ortaya çıkan bir durum olduğundan öğretim sırasında bu olayların hangi koşullarda oluştuğu çok iyi tartışılmalıdır. Bunun için öğrencilerin ayna ve merceklerde ışığın nasıl davrandığı konusunu bol miktarda deney yaparak ya da çeşitli bilgisayar simülasyonları v.b. kullanarak öğrenebilmeleri için fırsatlar yaratılmalıdır.
- Araştırma sonuçları öğrencilerin gerek görüşmeler sırasında, gerekse kavramsal anlama testlerindeki sorularda yaptıkları görüntü çizimlerinde oldukça zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Görüntü çizimlerine ilişkin uygulamalarda öğrencilerin pergel, açı ölçer gibi araçları doğru bir şekilde kullanıp kullanamamaları da oldukça önemli olduğundan, öncelikle öğretmen bu araçların nasıl kullanılması gerektiğini kısaca anlatmalıdır. Öğretmen yapılan çizimlerin deneysel olarak kurulan düzeneğin resmini kağıda geçirmek olmadığı konusunda öğrencilerini uyarmalıdır. Ayrıca görüntü çiziminde öğrencilerin ışık ışını kavramını anlamış olmaları oldukça önemlidir. Çünkü öğrenciler gerçekte görüntüyü pek çok ışın demetinin oluşturduğunu değil, sadece çizimlerinde olduğu gibi özel ışınların oluşturduğunu düşünmektedirler. Öğretmen ışık ışını kavramını anlatmak için deney sırasında ışık kaynağının üzerinden tebeşir tozlarını yavaşça dökerek aslında görüntüyü pek çok ışın demetinin oluşturduğunu öğrencilerine göstermeli ve çizimlerde kullanılan ışık ışınlarının aslında birer ışın demeti ve bunların birer gösterim olduğunu vurgulamalıdır.

- Görüntü çizimleri sırasında öğrenciler bazen tek bir ışınla da görüntüyü oluşturma yoluna gitmişlerdir. Bu nedenle görüntünün yerini belli etmede tek bir özel ışının yeterli olmayacağını, ancak birden fazla ışının (en az iki) kendisinin ya da uzantılarının kesişerek bir görüntü oluşturabileceği çok iyi vurgulanmalıdır. Ayrıca öğrenciler gelen ışınla aynadan yansıyan ya da mercekte kırılan ışınların yönlerini belirtmeksizin çizim yapmışlardır. Bu küçük gibi görünen ancak önemli olan noktalar görüntü çizimi sırasında pek çok örnek yapılarak giderilebilir.

- Öğrenciler görüntünün oluşabilmesi için sadece özel ışınların merceğe gelmesi gerektiğini düşünmektedirler. Halbuki özel ışınlar dışında pek çok ışık ışını merceğe gelerek görüntüyü oluşturmaktadır. Bu yanlışlığın ortadan kaldırılması için dersler sırasında sadece özel ışın çizimleri değil, herhangi bir doğrultuda gelen ışın için çizimlerin de öğrencilere gösterilmesi gerekmektedir. Öğretmenler çizimlerde kullanılan özel ışınların yollarını öğrencilere kavratmak için, pek çok uygulama yapmanın yanı sıra, yaptıkları bu uygulamaların her birinde farklı özel ışınları kullanarak öğrencilerin pekiştirme yapmalarına olanak sağlamalıdır.

- Görüntü çizimlerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da merkez, odak, tepe noktası ve optik merkez gibi kavramların öğrencilere öğretilmesidir. Öğretmen bu özel noktaların sadece çizimlerde kullanılan sanal birer işaret olmadığını, gerçekte de gelen ışınların yönleniminden dolayı bu noktaların var olduğunu ve bu şekilde adlandırıldıklarını deneylerle öğrencilerine göstermelidir. Aksi takdirde öğrenciler çizdikleri diyagramların gerçekte olmayan bir duruma ilişkin çizimler olduğunu düşünebilir.

- Dersler sırasında pratik olması bakımından, görüntü çizimlerinde genelde sadece ok biçiminde bir cisim sembolize edilerek çizimler yapılmaktadır. Belki ilk başlarda bu uygulama öğrencilere kolaylık sağlama bakımından faydalı görülebilir ama, bir süre sonra iki boyutlu cisimlerinde görüntülerinin nasıl olacağına ilişkin uygulamalar yapılması öğrenilenlerin farklı durumlara uyarlanmasını sağlama bakımından faydalı olacaktır.

- Araştırma sonuçlarına bakıldığında en çok rastlanan yanlışlıklardan birinin, sanal ve gerçek görüntüyü ayırt etme ile ilgili olduğu görülmektedir. Öğrenciler sanal



görüntünün gerçekte görüldüğünden farklı olacağını düşünürken, gerçek görüntüyü de cismi olduğu gibi gösteren görüntü olarak ifade etmektedirler. Buradaki karmaşanın kullanılan günlük dilden kaynaklandığı daha önce tartışılmıştı. Öğretmenler ders sırasında bu türden yanılgılara fırsat vermemek için seçtikleri kelimeleri özenle kullanmalıdırlar. Eğer günlük dildeki bir kullanımla çelişen bir durum varsa da bunu öğrencilere açıklamalıdırlar. Sanal görüntü ile ilgili yanılgıyı ortadan kaldırmak için ise, ders sırasında sanal görüntülerin herhangi bir ekran kullanmaya gerek kalmadan görülebilen görüntüler olduğunu ifade ederek, sanal kelimesi yerine ‘görünen’ kelimesi kullanabilirler. Böylece öğrenciler sanal görüntünün aslında ‘görünen görüntü’ olduğunu kolaylıkla kavrayabileceklerdir. Ayrıca öğrenciler, ince kenarlı merceğin küçük, kalın kenarlı merceğin ise büyük gösterdiğini düşünmektedirler. Bu, kalın kelimesinden kaynaklanan bir durumdur ve kalın ve ince kenarlı mercek yerine yakınsak ve ıraksak mercek kavramlarını kullanmak bu tür dilden kaynaklanan bir yanılgıyı ortadan kaldırabileceği düşünülmektedir.

- Görüntü oluşumu konusu hayatla iç içe bir konu olduğundan ders sırasında aynalar ve merceklerle ilgili günlük yaşamdan örnekler verilmeli ve öğrenciler bol bol gözlem yapmaya teşvik edilmelidir.

Renkler konusunun öğretimine ilişkin dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Öncelikle renk kavramı, yaş grubu da göz önüne alınarak öğrencilere kavratılmalıdır. İlköğretim çağındaki öğrenciler için rengi ışık olarak tanımlamak doğru olacakken lise ve üniversite çağında beyaz ışığın farklı dalga boylarından oluştuğunu ve bu farklı dalga boylarının da renkler olduğu kavratılmalıdır.

- Renklerle ilgili hemen hemen tüm sorularda öğrencilerin boyalardaki renklerle ışıktaki renkleri birbirleri ile karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Öğretmenler fizikte böyle bir çelişkinin olduğundan öğrencilerini haberdar etmelidirler. Ancak bu durum sadece fizik dersinde çözülebilecek bir durum olmadığından, resim dersine giren öğretmenle işbirliği yapılarak bu derste de ışık renkleri ile boya renklerinin nasıl farklı olduğu öğrencilere anlatılmalıdır. Ayrıca bu durumun kavratılması sırasında hem boyalar hem

de farklı renklerde ışıklar kullanılarak deneyler yapılmalı ve öğrencilerin gerçekten de her iki durumda farklı renkler elde edildiğini görmeleri sağlanmalıdır.

- Renklerle ilgili deneyler laboratuvar olanakları ile yapılabildiği gibi, bu tür olanakların olmadığı durumlarda çeşitli bilgisayar simülasyonları kullanılarak da farklı uygulamalar yapılabilir. Ayrıca öğrencilere “neden gökyüzü mavidir?” ya da “gökkuşağı nasıl oluşur” gibi doğa olaylarını araştırmaları için projeler verilerek öğrencilerin derslere aktif katılımları ve motivasyonları sağlanabilir.

- Öğrencilere bir prizma yardımıyla beyaz ışığın renklere ayrıldığı gösterilebileceği gibi, Newton çarkı deneyi ile de tüm renklerin karışımının yine beyaz olacağı gösterilebilir.

- Öğrenciler cisimlerin nasıl olup da renkli bir biçimde görüldüğünü açıklamada pek çok problemle karşılaşmışlardır. Bu nedenle renkli görme olayı öncesinde, görme sürecinde ışığın rolü öğrencilere kavratılmalı ardından renkleri nasıl gördüğümüz üzerine yoğunlaşılmalıdır. Ayrıca öğrencilere, ışık filtreleri kullanarak farklı renkteki cisimlerin farklı renkte ışıkla aydınlatılmasına ilişkin deney düzenekleri hazırlanmalı ve yapılan gözlemler sınıf içerisinde tartışılmalıdır.

Genel olarak öğretim sürecine ilişkin bir kaç noktaya değinmek gerekirse; her zaman öğretimde asıl önemli noktanın öğrencinin aktif olarak öğrenme sürecine katılmasının sağlanması olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda, her iki konunun öğretiminde de hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın öğrenciler aktif olmalıdır. Bunu sağlamak için; öğrenci deneyleri tasarlanmalı, sınıf içi tartışmaları yapılmalı, drama ve rol yapma kullanılmalı, soyut kavramların somutlaştırılmasında benzetme ve modellemelere yer verilmelidir. Ancak öğretim sürecinin planlanmasından önce, öğrencilerin kavram yanılgılarının ortaya konması ve öğretimin de özellikle bu yanılgıları da ortadan kaldırabilecek kavramsal değişim stratejileri içermesi üzerinde durulması gereken önemli bir noktadır.

## 5.2.2 Öğretmen Yetiştirme Sistemine İlişkin Öneriler

Araştırmaya katılan öğrenci gruplarından ikisi, öğretmen adayı öğrencilerden oluşmuştur. Araştırma sonuçları görüntü oluşumu ve renkler konusunda aday öğretmenlerin kavramsal anlama zorlukları yaşadığını göstermiştir. Bu doğrultuda öğretmen yetiştirme sistemine yönelik sunulan öneriler şunlardır:

- Öğretmen adaylarının sahip olduğu bu yanlışların aza indirilmesi için, öğretmen yetiştiren kurumlardaki ders veren öğretim elemanları kullandıkları öğretim yöntemlerini tekrar gözden geçirmelidirler. Öğrencilerinin zamanı geldiğinde bu konuları öğreten kişiler pozisyonunda olacağı göz ardı edilmemelidir.

- Yükseköğretim kurulu 1997 yılında öğretmen yetiştirme sürecinde yeniden yapılanmaya giderek, ortaöğretim kurumlarına öğretmen yetiştiren bölümleri 5 yıla çıkarmıştır [92]. Örneklem grubunda yer alan fizik öğretmeni adayı öğrenciler ilk 3.5 yıl sadece alan derslerini ilgili üniversitenin fen-edebiyat fakültelerinde, sonraki 1.5 yılda da alan eğitimi ve formasyon derslerini tamamlamak için eğitim fakültelerinde öğrenim görmektedir. Burada amaçlanan, her ne kadar öğretmen adaylarının alan bilgisi yönünden eksiklerini kapatmış olarak eğitim fakültelerine gelmelerini sağlamak olsa da, araştırma sonuçları öğretmen adaylarının oldukça fazla kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle alan derslerinin niteliğinde ve içeriğinde her hangi bir değişiklik yapılmaksızın böyle bir uygulamaya gidilmesinin bir yarar sağlamadığı da bu açıdan ortaya çıkmıştır. Bunun için, öğretmen yetiştiren kurumlardaki derslerin içerikleri ve çekirdek program yeniden düzenlenmelidir. Ayrıca yürürlüğe girdiği ilk günden bu yana pek çok eleştiriye maruz kalan öğretmen yetiştirme modeli yeniden gözden geçirilerek iyileştirilmelidir.

- Öğretmen adayları, öğretmenlik yapacakları yaş grubunun öğrenme güçlüklerini yani kavram yanlışlığını bilerek mezun olurlarsa öğrencilerine daha faydalı olabileceklerdir. Bu nedenle, öğretmen yetiştirme programlarına öğrencilerin kavramsal anlamaları ile ilgili dersler eklenmeli ve bu yanlışların giderilmesine yönelik öğretim strateji ve yöntemleri ile donanmış olarak adaylar mezun edilmelidir.

- Öğretmen adayları laboratuvarında ders işlemeye özendirilmeli ve adaylara bu konuda uygun eğitim ve beceriler kazandırılmalıdır. Ayrıca deney araç ve gereçlerine

ulaşmak mümkün olmadığı durumlarda, yapabilecekleri basit araç ve gereçleri ders içerisinde kullanmaya yönelik olarak da eğitilmelidirler.

- Öğretmen adayları, günün teknik araçlarını (bilgisayar, internet, projeksiyon makinesi vb.) kullanabilecek kapasitede yetiştirilmelidir.
- Ayrıca öğretmenlerin hizmet öncesi olduğu gibi hizmet sonrasında da ortaya çıkan ihtiyaçlar ve yenilikler doğrultusunda yetiştirilmesi amacıyla, Milli Eğitim Müdürlükleri ve Eğitim Fakülteleri işbirliği içinde çalışarak çeşitli hizmetiçi seminer ve çalıştaylar düzenlenmelidir.

### **5.2.3 Program Geliştirme Sürecine İlişkin Öneriler**

Öğrenme ve öğretme süreci, önceden planlanmış bir süreç olduğundan istenilen ürünlerin elde edilebilmesi için diğer önemli bir faktör de, iyi geliştirilmiş bir öğretim programıdır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre program geliştirme sürecine ilişkin aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

- Geometrik optik konuları her ne kadar diğer fizik konularına göre daha bağımsız bir konu olarak görülse de, özellikle görüntü çizimlerinde öğrencilerin temel bir geometri bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle ilköğretim ve lise düzeyinde program geliştirme çalışmaları sırasında bu konuların yeri belirlenirken geometri dersi ile olan kaynaşıklık durumu göz ardı edilmemelidir.
- Araştırmada öğrencilerin resim derslerinde gördükleri renklerle ışıktaki renkleri birbirleri ile karıştırdıkları ortaya çıkmıştı. Bu durumun ortadan kalkmasına yardımcı olmak için her iki dersin içeriğine de örneğin “Renklerin ve Boyaların Karışımı İkilemi” diye bir başlık eklenerek bu durum hakkında öğrencilere bilgi verilebilir.

Bu araştırmaya ilişkin veriler 2003-2004 eğitim öğretim yılı içerisinde toplanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı 2003 yılı sonrasında ilköğretim programlarının yeniden düzenlenmesi ve geliştirilmesine için çeşitli çalışmalara başlamış ve hazırlanan program 2004-2005 öğretim yılında 4. sınıflardan itibaren uygulamaya konmuştur. Yeni programa göre Fen Bilgisi dersi Fen ve Teknoloji dersi ismini almıştır. Bu program incelendiğinde aşağıdaki birkaç öneri ileri sürülmüştür.

- Daha önce tamamı 5. sınıfta yer alan görüntü oluşumu ve renkler konularının 6. ve 7. sınıfa dağıtıldığı görülmüştür. Altıncı sınıfta yansıma, düzlem ve küresel aynalarda görüntü oluşumu konuları, yedinci sınıfta da kırılma, mercekler ve renkler konuları yer almaktadır. Konuların iki yıla paylaştırılmış olması daha önceki programla karşılaştırıldığında olumlu bir sonuçtur. Ancak hazırlanan program incelendiğinde oluşan görüntünün özellikleri ile ilgili olarak sanal ve gerçek görüntüye ilişkin bir kazanım ve etkinlik örneğine rastlanılamamıştır. Öğrencilerin görüntü özelliklerini tam anlamıyla kavrayabilmeleri için bu eksiklik giderilmelidir.

- Ayrıca programda, görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin öğretmenlere uyarı olması bakımından bir ya da iki kavram yanılığında bahsedilmektedir. Halbuki öğretmenlerin bu konuda bilgilenmelerini sağlamak amacıyla, öğrencilerde olması muhtemel kavram yanılgılarının hepsinin yer aldığı daha detaylı bir öğretmen klavuzu hazırlanmalıdır.

- Ortaöğretim fizik programında daha önce lise 3. sınıfta yer alan bu konular geçtiğimiz yıl lise 1. sınıfa aynen transfer edilmiş ancak içerikte bir değişiklik yapılmamıştır. Bu konuların ÖSS’ de de oldukça önemli bir paya sahip olduğu düşünüldüğünde tıpkı ilköğretim programında olduğu gibi 3 yıla dağıtılması uygun olacaktır.

- Milli Eğitim Bakanlığı’ nın ortaöğretim programlarına ilişkin çalışmaları halen sürmektedir. Bu bağlamda, hazırlanan programın ilköğretim programlarının devamı niteliğinde ve basitten karmaşığa, somuttan soyuta ilkelerine göre düzenlenmesi uygun olacaktır.

#### *Araştırmacının Deneyimleri ve Bundan Sonraki Çalışmalar için Öneriler*

Araştırmacı öncelikle soruların hazırlanması aşamasında, farklı yaş gruplarının karşılaştırması yapılacağından ortak soru bulmada bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Ancak daha sonra yapılan geniş kapsamlı literatür taraması sonucunda bu sorun çözülmüştür.

İkinci yaşanan zorluk ise milli eğitimden izin alınmış olmasına rağmen bazı okullarda öğretmen ve idarecilerin tutumları olmuştur. Bu tür çalışmalarda sıkça

karşılaşılan bu sorun araştırmanın amacı hakkında bilgi verilerek ortadan kaldırılmış işe yaramadığı durumda ise başka bir okulda uygulamaya devam edilmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar öğretmen adayları ile onların öğretmenlik yapacakları öğrenci gruplarının düşünce biçimlerinin görüntü oluşumu ve renkler konuları için benzer olduğunu ortaya koymuştur. Buna benzer çalışmaların farklı fizik konuları ve fen konuları için de yapılması faydalı olacaktır. Çünkü öğretmenlerin kavram yanlışlarını ortaya koymak teorikte mümkün olsa da, pratikte sanki onların bilgilerinin yoklandığını düşünmeleri sebebiyle pek fazla gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle öğretmen adayı öğrencilerde yapılacak bu türden çalışmalar öğretmenlerin kavram yanlışları hakkında da fikir sahibi olmamızı sağlayacaktır.

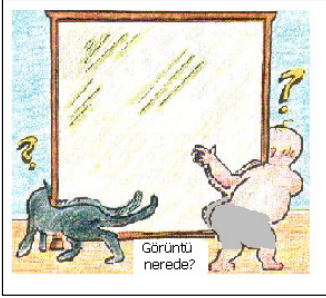
## 6. EKLER

### EK – A: İlköğretim Öğrencileri için Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi

Bu ölçme aracı bir test olmayıp sizin görüntü oluşumu ve renkler kavramlarına ilişkin görüşlerinizi öğrenmek amacı ile hazırlanmıştır. Bu konuda sizin düşünceleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Bu nedenle her bir soru için ne düşündüğünüzü, bu sorulara ayrılan boş satırlara **mümkün olduğunca net ve organize edilmiş bir şekilde yazınız ve gerekiyorsa şekil çiziniz**. Cevaplamaya istediğiniz sorudan başlayabilir, sayfalar üzerindeki boş yerleri karalama amacı ile kullanabilirsiniz.

Adınız Soyadınız	Kız <input type="checkbox"/>	Cinsiyetiniz:	Erkek <input type="checkbox"/>
------------------	------------------------------	---------------	--------------------------------

#### Soru 1. Görüntü nerede?



Soldaki resimde, aynanın önünde duran kedi ve adam düzlem aynada oluşan görüntülerini aramak için aynanın arkasına bakıyorlar. Sizce onların görüntülerinin yeri nerede olabilir? Yanıtınızı aşağıdaki boşluğa açıklayarak yazınız.

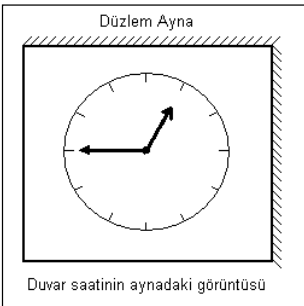
.....

.....

.....

.....

#### Soru 2. Saat kaç?



Ali ve babası yeni bir duvar saati almak için saatçiye gitmişler. Dükkanın bir duvarı kocaman saatlerle dolu iken onun karşısındaki duvar da boydan boya ayna kaplıymış. Ali'nin gözü bir ara duvardaki bir saatin aynadaki görüntüsüne takılmış. Şaşırarak kolundaki saate bakmış. Sizce Ali neden şaşırmış olabilir? Kısaca açıklayınız.

.....

.....

Yanda, Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kol saatinin kaç olduğunu bulabilir misiniz? **Ali'nin saati:**.....  
Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

.....

.....

**Soru 3: Hangi ayna?**

**Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice inceleyiniz!**



Yukarıdaki karikatürde, Profesör Çokbilmiş arabasına yeni bir dikiz aynası takmak istiyor. Ancak yeni taktığı ayna cisimleri baş aşağı gösteriyor. Acaba Profesör Çokbilmiş nerede hata yapmıştır? Açıklayınız.

.....

Profesör Çokbilmiş arabasına ne tür bir ayna takmalıydı?

.....

Yanıtınızın nedenini açıklayınız.

.....

**Soru 4. Görüntü nedir?** 'Görüntü oluşumu' veya 'görüntü' deyince aklınıza ne geliyor? Bir şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

.....

**Soru 5. Renk nedir?** Sizce "renk" kavramı aşağıdaki durumlardan hangisi veya hangileriyle açıklanabilir?

- a) Renk bir maddedir.
- b) Renk bir algılamadır.
- c) Renk bir ışıktır.
- d) Bunların dışında herhangi bir durum:

.....

Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....



**Soru 6. Trafik ışıkları bozuk mu?**

**Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice inceleyiniz!**



Profesör Çokbilmiş yeşil filtreli gözlükleriyle arabasıyla dolaşmaya çıkıyor. Ancak trafik ışıklarına gelince kırmızı ışığın yandığını fark edemiyor ve bir kamyonu çarpıyor. Bu yüzden de trafik ışıklarının çalışmadığını düşünüyor. Sizce profesör haklı mı?

.....  
Yanıtınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

**Soru 7.** Bir sahne gösterisinde, yeşil ışık demeti ve kırmızı ışık demeti beyaz bir perde üzerinde aynı noktaya düşürülüyor.

**a)** Işıkların perde üzerinde üst üste geldikleri yerde aşağıdaki renk ya da renklerden hangisini gözlersiniz? İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Beyaz      | <input type="checkbox"/> Kırmızı ve yeşil |
| <input type="checkbox"/> Kahverengi | <input type="checkbox"/> Mavi             |
| <input type="checkbox"/> Sarı       | <input type="checkbox"/> Siyah            |

**b)** Yukarıdaki durumda renk nerede oluşur? İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

- |   |
|---|
| <input type="checkbox"/> Havada ışıkların kesiştiği ilk yerde |
| <input type="checkbox"/> Gözlemcinin gözünde                  |
| <input type="checkbox"/> Perde üzerinde                       |
| <input type="checkbox"/> Gözlemcinin beyinde                  |

Yanıtlarınızı bir şekil yardımıyla açıklayınız.

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

**Soru 8. a)** Bir el fenerinden çıkan ışık, filtre üzerine düşürülüyor ve diğer tarafa kırmızı ışık olarak geçiyor. Bu süreçte ne olmuştur?

- a) Beyaz ışık kırmızı renktedir.
- b) Beyaz ışık soğurulur ve kırmızı ışık yayar.
- c) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.
- d) Bunların dışında herhangi bir açıklama:

.....

**b)** Bir gül beyaz ışık altında kırmızı renkte görünüyor. Sarı ışık altında hangi renkte görünür?

.....

Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

**Soru 9. Hangi mercek?**

**Lütfen aşağıdaki karikatürü dikkatlice inceleyiniz!**



Dedektif Ararbulmaz bir cinayet ile ilgili olarak bıçağın üzerinde ipucu aramaktadır. Kullandığı ilk mercek ipuçlarını küçülmüş, sonra kullandığı mercek ise daha büyük göstermiştir.

Sizce Dedektif Ararbulmaz'ın kullandığı 1. mercek ne tür bir mercektir? Açıklayınız.

.....

.....

Sizce Dedektif Ararbulmaz'ın kullandığı 2. mercek ne tür bir mercektir? Açıklayınız.

.....

.....

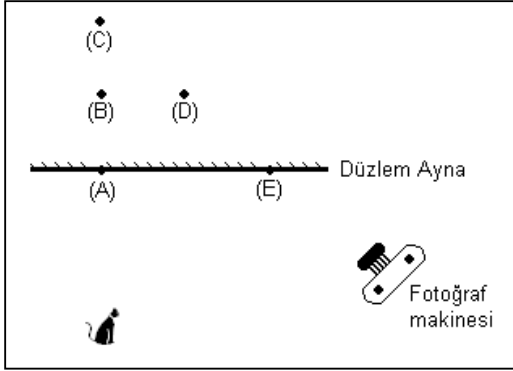
**Bu soruları cevaplamada gösterdiğiniz titizliğe ÇOK TEŞEKKÜRLER**  
**Arş. Gör. Aysel KOCAKÜLAH**

## EK – B: Lise ve Üniversite Öğrencileri için Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi

Bu ölçme aracı bir test olmayıp sizin görüntü oluşumu ve renkler kavramlarına ilişkin görüşlerinizi öğrenmek amacı ile hazırlanmıştır. Bu konuda sizin düşünceleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Bu nedenle her bir soru için ne düşündüğünüzü, bu sorulara ayrılan boş satırlara **mümkün olduğunca net ve organize edilmiş bir şekilde yazınız ve gerekiyorsa şekil çiziniz**. Cevaplamaya istediğiniz sorudan başlayabilir, sayfalar üzerindeki boş yerleri karalama amacı ile kullanabilirsiniz.

Adınız Soyadınız	Kız <input type="checkbox"/>	Cinsiyetiniz:	Erkek <input type="checkbox"/>
------------------	------------------------------	---------------	--------------------------------

### Soru 1:



a) Soldaki şekilde, aynanın önünde duran kedinin düzlem aynada oluşturduğu görüntüsünün fotoğrafı çekilmek isteniyor. Bunu sağlamak için fotoğraf makinesini hangi noktaya odaklamak gerekir?

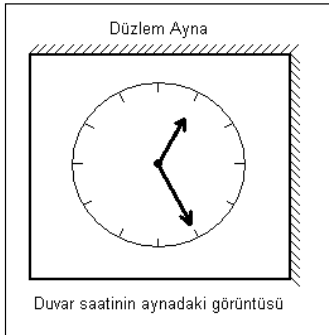
- (A) A
- (B) B
- (C) C
- (D) D
- (E) E

b) Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

.....

.....

### Soru 2:



Ali ve babası evlerine yeni bir duvar saati almak için saatçi dükkanına gitmişler. Dükkanın bir duvarı kocaman saatlerle dolu iken bir duvarı da boydan boya ayna kaplıymış. Ali'nin gözü bir ara duvardaki bir saatin aynadaki görüntüsüne takılmış. Şaşırarak kolundaki saate bakmış.

Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.

.....

.....

Yanda, Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kol saatinin kaç olduğunu bulabilir misiniz? **Ali'nin saati:**.....

Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

.....

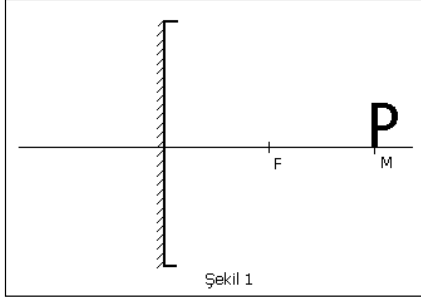
.....

**Soru 3:** 'Görüntü oluşumu' veya 'görüntü' deyince aklınıza ne geliyor? Şekil yardımıyla açıklayınız.

.....

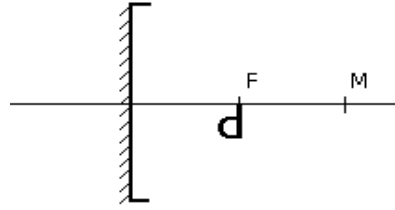
.....

**Soru 4:**

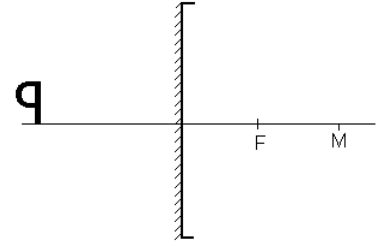


Şekil 1' deki çukur aynanın merkezine küçük ampullerin oluşturduğu ışıklı bir P harfi konuyor. P harfinin görüntüsünün yeri ve şekli aşağıda verilenlerden hangisine benzer?

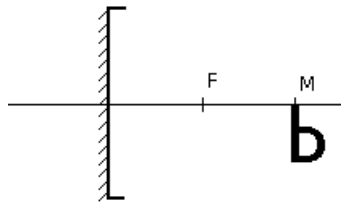
a)



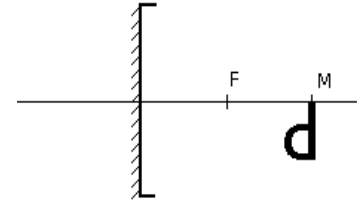
b)



c)



d)

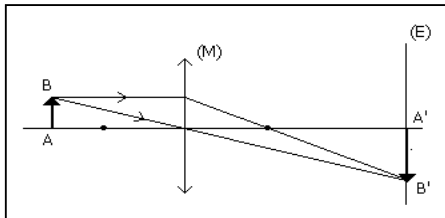


Yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

**Soru 5:**



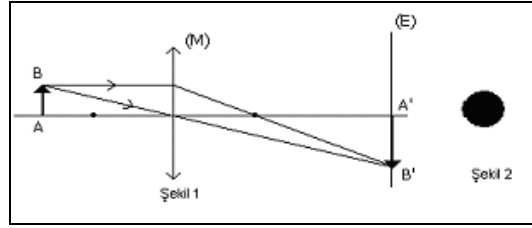
Soldaki şekilde, AB ışıklı bir cisim ve (M) ince kenarlı bir mercektir. AB cisminin (E) ekranındaki görüntüsü A'B' olarak verilmiştir.

(M) merceği kaldırılırsa ekran üzerinde ne gözlenir? Lütfen yanıtınızı bir şekil üzerinde çizerek açıklayınız.

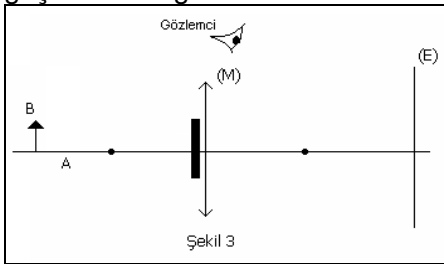
.....

.....

**Soru 6: a)**



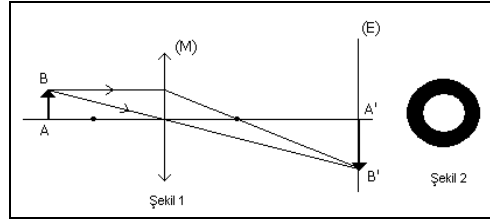
Şekil 1' deki sistem, AB cisminin görüntüsü A'B' olacak şekilde kuruluyor. Daha sonra Şekil 2' de görülen karton daire merceğin merkezine yerleştiriliyor. Bu karton, mercek ve AB cisminin küçük olup, Şekil 3'te görüldüğü gibi ışınların merceğin merkezinden geçmesini engellemektedir.



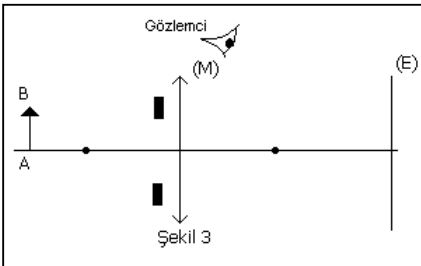
Düzenek üzerinde başka bir değişiklik yapmadan (cisim ya da merceğin yerini değiştirmeden) Şekil 3'teki gözlemci ekran üzerinde ne görebilir?

Yanıtınızı önceki durumla karşılaştırarak ve Şekil 3 üzerinde çizerek açıklayınız.

**b)**



Şekil 1' deki sistem, AB cisminin ekran üzerindeki görüntüsü A'B' olacak şekilde kuruluyor. Daha sonra Şekil 2' de görülen karton halka merceğin merkezine yerleştiriliyor. Şekil 3'te görüldüğü gibi AB cisim, halkanın deliğinin yarıçapından daha büyüktür.



Düzenek üzerinde başka bir değişiklik yapmadan (cisim ya da merceğin yerini değiştirmeden) Şekil 3'teki gözlemci ekran üzerinde ne görebilir?

Yanıtınızı önceki durumla karşılaştırarak ve Şekil 3 üzerinde çizerek açıklayınız.

**Soru 7.** Bir sahne gösterisinde, yeşil ışık demeti ve kırmızı ışık demeti beyaz bir perde üzerinde aynı noktaya düşürülüyor.

**b)** Işıkların perde üzerinde üst üste geldikleri yerde aşağıdaki renk ya da renklerden hangisini gözlersiniz? İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Beyaz      | <input type="checkbox"/> Kırmızı ve yeşil |
| <input type="checkbox"/> Kahverengi | <input type="checkbox"/> Mavi             |
| <input type="checkbox"/> Sarı       | <input type="checkbox"/> Siyah            |

**b)** Yukarıdaki durumda renk nerede oluşur? İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

- Havada ışıkların kesiştiği ilk yerde
- Gözlemcinin gözünde
- Perde üzerinde
- Gözlemcinin beyininde

Yanıtlarınızı bir şekil yardımıyla açıklayınız.

.....  
.....

**Soru 8. a)** Bir el fenerinden çıkan ışık, filtre üzerine düşürülüyor ve diğer tarafa kırmızı ışık olarak geçiyor. Bu süreçte ne olmuştur?

- e) Beyaz ışık kırmızı renktedir.
- f) Beyaz ışık soğurulur ve kırmızı ışık yayar.
- g) Diğer tarafa sadece kırmızı ışığın geçişine izin verilir.
- h) Bunların dışında herhangi bir açıklama:

.....

**b)** Bir gül beyaz ışık altında kırmızı renkte görünüyor. Sarı ışık altında hangi renkte görünür?

.....  
.....

Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....  
.....

**Soru 9.** Sizce "renk" kavramı aşağıdaki durumlardan hangisi veya hangileriyle açıklanabilir?

- e) Renk bir maddedir.
- f) Renk bir dalga boyudur.
- g) Renk bir algılamadır.
- h) Renk bir ışıktır.
- i) Bunların dışında herhangi bir durum:

.....

Lütfen yanıtınızın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....  
.....

**Bu soruları cevaplamada gösterdiğiniz titizliğe ÇOK TEŞEKKÜRLER**  
**Arş. Gör. Aysel KOCAKÜLAH**

## **EK – C: İlköğretim Öğrencileri için Hazırlanan Görüşme Formu**

Merhaba. Öncelikle görüşme için zaman ayırmanızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim. Adım Aysel Kocakulah ve Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalında doktora öğrencisiyim. Bu görüşmenin amacı; sizin görüntü oluşumu ve renkler konularında neler düşündüğünüzü ortaya koyabilmektir. Çalışmadan elde edilecek sonuçların, bu konuların daha iyi öğrenilmesi ve öğretilmesine ışık tutacağına inanıyorum.

Yapacağımız görüşmede bütün söyledikleriniz sadece sizinle benim aramızda kalacak ve gizli tutulacaktır. Bunun yanı sıra araştırma sonuçlarında sizin isminiz hiçbir şekilde geçmeyecektir.

Görüşmede verdiğiniz bilgilerden dolayı rahatsızlık duymanız halinde, bütün verileri size geri iade ederek kullanmayabilirim. Bu görüşme tamamen sizin iznimize bağlıdır.

### **A) GÖRME**

1.Nasıl görürüz? Etrafımızdaki nesnelere görme sürecimiz nasıldır?

### **B) DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU**

Orta büyüklükte bir düzlem ayna masanın üzerine yerleştirilir. Aynanın yaklaşık 10cm önüne bir cisim konur.Öğrenci cismin görüntüsünü görebilecek şekilde oturtulur.

1.Aynadaki görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek (ışın diyagramı ile) gösterir misin?

2.Görüntünün özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)

### **C) KÜRESEL AYNALAR VE ÖZELLİKLERİ**

1. Çukur ayna ve tümsek aynalarda ışınların yansıması ile öğrencilere düşünceleri sorulur.

2. Çukur ayna ve tümsek aynaları hangi amaçlar için kullanılır?

3. Testteki 3. soru ile ilgili öğrenci ile tartışılır.

4. Daha sonra optik daire üzerine yerleştirilen aynalar ile ışınların hareketi izlenir ve öğrencilere gözlemleri üzerine sorular sorulur.

#### **D) MERCEKLER VE ÖZELLİKLERİ**

1. Öğrenciye çeşitli mercekler gösterilerek bunların hangilerinin ince kenarlı, hangilerinin kalın kenarlı olduğunu bulması istenir.
2. Testteki 9. soru tartışılır.
3. Optik daire üzerine ince kenarlı ve kalın kenarlı mercek yerleştirilerek ışınların yolu gözlenir. Öğrencilere gözlemleri sorulur.

#### **E) RENKLER**

1. Cisimleri renkli olarak nasıl görebiliriz?
2. Renk nedir?
3. Newton çarkı deneyi yapılır (mavi-kırmızı-yeşil). Çark döndürülmeden önce öğrenciye ne gözleyeceği sorulur. Tahmin yapması istenir. Ardından mavi-kırmızı, mavi-yeşil ve kırmızı-yeşil karışımlarının yapılması istenir. Bu durumlarla ilgili öğrencinin fikri sorulur.
4. Işık filtrelerinin ne işe yaradığı sorulur.
5. Testte yer alan 6. soru üzerine tartışılır.
6. Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?
7. Testte yer alan 8. soru üzerine tartışılır.



## **EK – D: Lise ve Üniversite Öğrencileri için Hazırlanan Görüşme Formu**

Merhaba. Öncelikle görüşme için zaman ayırmanızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim. Adım Aysel Kocakulah ve Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalında doktora öğrencisiyim. Bu görüşmenin amacı; sizin görüntü oluşumu ve renkler konularında neler düşündüğünüzü ortaya koyabilmektir. Çalışmadan elde edilecek sonuçların, bu konuların daha iyi öğrenilmesi ve öğretilmesine ışık tutacağına inanıyorum.

Yapacağımız görüşmede bütün söyledikleriniz sadece sizinle benim aramızda kalacak ve gizli tutulacaktır. Bunun yanı sıra araştırma sonuçlarında sizin isminiz hiçbir şekilde geçmeyecektir.

Görüşmede verdiğiniz bilgilerden dolayı rahatsızlık duymanız halinde, bütün verileri size geri iade ederek kullanmayabilirim. Bu görüşme tamamen sizin iznimize bağlıdır.

### **A) GÖRME**

1. Nasıl görürüz? Etrafımızdaki nesnelere görme sürecimiz nasıldır?

### **B) DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU**

Orta büyüklükte bir düzlem ayna masanın üzerine yerleştirilir. Aynanın yaklaşık 10cm önüne bir cisim konur. Öğrenci cismin görüntüsünü görebilecek şekilde oturtulur.

1. Aynadaki görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek (ışın diyagramı ile) gösterir misin?

2. Görüntünün özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)

### **C) ÇUKUR AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU**

Bir çukur aynanın önüne ışıklı bir cisim konur. Bu durumda görüntü ters ve ayna ile cisim arasındadır. Bir ekran kullanarak görüntünün yeri bulunur öğrenciye bu durumla ilgili fikri sorulur.

1. Oluşan görüntüyü ışın diyagramını çizerek gösterir misin?

2. Görüntünün özellikleri nelerdir?

## **D) MERCEKLERDE GÖRÜNTÜ OLUŞUMU**

Bir ince kenarlı mercek, ekran ve ışıklı bir cisimle kurulan düzende ekran üzerinde cismin görüntüsü ters olacak şekilde oluşturulur.

1. Işıklı cismin görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek gösterir misin?
2. Görüntünün özellikleri nelerdir?
3. Mercek kaldırılırsa ekran üzerinde ne gözlenir.
4. Anketteki 6. soru ile ilgili düzenek hazırlanır ve düzeneği kurmadan önce öğrenciden ne gözleyeceğini tahmin etmesi istenir. Ardından ise düzenek kurularak sonuçlar üzerine tartışılır.

## **E) RENKLER**

1. Cisimleri renkli olarak nasıl görebiliriz?
2. Renk nedir?
3. Bilgisayar simülasyonları kullanılarak yüzünün çeşitli kısımları farklı renklerdeki farenin sırasıyla kırmızı, mavi ve yeşil ışıklar yakılarak renginin nasıl ve neden değiştiği ile ilgili öğrencinin görüşleri alınır.
4. Farenin yüzünün rengi bulunmaya çalışılır.
5. Virtual Lab. Programı kullanılarak filtrelerin ne işe yaradığı sorulur ardından programda uygulamalar yapılarak farklı durumlar üzerine konuşulur.
6. Karanlık bir salona girerken seyirciler, beyaz ışık ile aydınlatılmış kırmızı bir dekor ile kırmızı ışıkla aydınlatılmış beyaz bir dekoru birbirinden ayırabilir mi?

## 7. KAYNAKLAR

- [1] Gilbert, J. K., Watts, M., "Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in Science Education", *Studies in Science Education*, 10, 61-98, (1983).
- [2] Novak, J.D.ve Gowin, D.B., Learning How to Learn. Cambridge University Press, New York, (1984).
- [3] Driver, R., Easley, J. A., "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students", *Studies in Science Education*, 5, 61-84, (1978).
- [4] Kelly, G.A., The Psychology of Personal Constructs. W.W. Norton, New York, (1955).
- [5] Duit, R., "Research on students' alternative frameworks in science topics, theoretical frameworks, consequences for science teaching", Proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics, Vol:1, Cornell University, NY, USA, (1987).
- [6] Pfundt, H. ve Duit, R., Bibliography: Students' alternative frameworks and science educaion. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel Institute for Science Education, (2000).
- [7] Pfundt, H. and Duit, R., Bibliography: Students' alternative frameworks and science education, Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel. Nisan (2005).
- [8] Büyükkasap, E., Düzgün, B. ve Ertuğrul, M., "Lise öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları", *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 32-35, (2001).
- [9] Cansüngü, Ö. ve Bal, Ş., "İlköğretim öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları oluşturma şekilleri üzerine bir araştırma", 4. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Bildiriler Kitapçığı, 156-162, (2000).
- [10] Kara, M., Kanlı, U., ve Yağbasan, R., "Lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optikle ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri", *Milli Eğitim Dergisi*, 158, 221-232, (2003).
- [11] Enochs, L., & Gabel, D., "Preservice elementary teachers' conceptions of volume", *School Science and Mathematics*, 84, 670-680, (1984).

[12] Feher, E., ve Rice, K., “A comparison of teacher-student conceptions in optics”, Proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics, , Cornell University, NY, USA, Vol:2, 108-117 (1987).

[13] Kruger, C., “Some primary eachers’ ideas about energy”, *Physics Education*, 25, 86-91, (1990).

[14] Rollnick, M., ve Rutherford, M., “African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure?” *International Journal of Science Education*, 12, 101-113, (1990).

[15] Schoon, K. J., ve Boone, W. J., “Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers”, *Science Education*, 82:5, 553-568, (1998).

[16] Flores, F., Lopez, A., Gallegos, L. ve Barojas, J., “Transforming science and learning concepts of physics teachers”, *International Journal of Science Education*, 22:7, 197-208, (2000).

[17] Çalık, M., ve Ayas, A., “A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts”, *Journal of Research in Science Teaching*, 42:6, 638-667, (2005).

[18] Demirci, N., ve Küçüközer, H., “High school physics teachers' forms of thought about simple electric circuits”, 23<sup>th</sup> International Physics Congress, Muğla University 13-16 September, (2005.)

[19] Wandersee, J., Mintzes, J. J. ve Novak, J. D., Research on Alternative Conceptions in Science. In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Broadway, NY. Macmillan Library Reference, (1994).

[20] Selley, N. J., “Children’s ideas on light and vision”, *International Journal of Science Education*, 18 (6), 713-723, (1996).

[21] Mergen (Kocakulah), A., Lise fizik dersleri içerikleri ile eğitim ve fen fakültesi fizik alan dersleri içeriklerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilimdalı, Balıkesir, (2000).

[22] Ülgen, G., Kavram geliştirme, kuramlar ve uygulamalar, Pegema Yayıncılık, Ankara, (2001)

[23] Karamustafaoğlu, S., Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S., İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi, Anı Yayıncılık, Ankara, (2005).

[24] Gilbert, J. K., Osborne, R. ve Fensham, P. J., “Children's science and its consequences for teaching”, *Science Education*, 66(4), 623-633, (1982).

[25] Novak, J. D., A theory of education. Ithaca, N. Y. Cornell University Press, (1977).

[26] Driver, R., "Students' conceptions and the learning of science", *International Journal of Science Education*, 11, 481-490, (1989).

[27] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A., "Accommodation of a science conception: Toward a theory of conceptual change", *Science Education*, 66(2), 211-227, (1982).

[28] Trowbridge, D. E., ve McDermott, L., "Investigation of student understanding of the concept acceleration in one dimension", *American Journal of Physics*, 49, 242-253, (1981).

[29] DiSessa, A., "Unlearning Aristotelian Physics: A study of knowledge based learning", *Cognitive Science*, 6, 37-75

[30] Clement, J. A., Conceptual model discussed by Galileo and used intuitively by physics students. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental Models*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 325-339, (1983).

[31] Nussbaum, J. ve Sharodini-Dagan, N., "Changes in second grade children's preconceptions about earth as a cosmic body resulting from a short series of audio-tutorial lessons", *Science Education*, 67, 99-114, (1983).

[32] Wandersee, J. H., "Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions?", *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 581-597, (1986).

[33] Ameh, C., "An analyses of teachers' and theirs students' views of the concept "gravity"", *Research in Science Education*, 17, 212-219, (1987).

[34] Mohapatra, J., ve Bhattacharyya, S., "Pupils teachers, induced incorrect generalization and the concept of force", *International Journal of Science Education*, 11, 429-436, (1989).

[35] Ogunniyi, M., "Conceptions of traditional cosmological ideas among literate and nonliterate Nigerians", *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 107-117, (1987).

[36] Peters, P., "Even honor students have conceptual difficulties with physics", *American Journal of Physics*, 50, 501-508, (1982).

[37] Duit, R., *Conceptual Change Approaches in Science Education, New Perspectives on Conceptual Change*, Pergamon Publisher, (1999).

[38] Hewson, P.W. ve Hewson, M. G., The status of students' conceptions. Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical studies. R. Duit, Goldberg, F., Niedderer, H. Kiel, IPN:59-73. (1992).

[39] Hewson, P.W., "Conceptual change in science teaching and teacher education" Paper presented at annual meeting of the National Center for Educational Research, Documentation and Assessment, Madrid, Spain, (1992).

[40] Kılıç, G. B., "Oluşturmacı Fen Öğretimi", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1, 9-22, (2001).

[41] Duit., R., ve Treagust., D. F., Learning in Science-From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In International Handbook of Science Education Edited by B. J. Fraser & K.G. Tobin, Kluwer Academic Publishers, (1998).

[42] Senemoğlu, N., Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Özsen Matbaası. Ankara (1998).

[43] Kabapınar, F., "Kavram yanlışlarının ölçülmesinde kullanılabilecek bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları". *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417, (2003).

[44] Bouwens, F. E. A., "Misconceptions among pupils regarding geometric optics" Proceedings of second international seminar: misconceptions and educational strategies in science and mathematics, 3, 23-28. (1987).

[45] Andersson, B. ve Kärrqvist, C., "How Swedish pupils, aged 12-15 years, understanding light and its properties", *European Journal of Science Education*, 5 (4), 387-402, (1983).

[46] La Rosa, C., Mayer, M., Patrizi, P. ve Vincentini, M., "Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light", *European Journal of Science Education*, 6 (4), 387-397, (1984).

[47] Saxena, A. B., "The understanding of the properties of light by students in India", *International Journal of Science Education*, 13 (3), 283-289, (1991).

[48] Fetherstonhaugh, T. ve Treagust, D. F., "Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change", *Science Education*, 76 (6), 653-672, (1992).

[49] Galili, I. ve Hazan, A., "Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis", *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (1), 57-88, (2000).

[50] Koray, C., Ö. ve Bal, Ş., "İlköğretim 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin ışık ve ışığın hızı ile ilgili yanlış kavramları ve bu kavramları oluşturma şekilleri", *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22:1, 1-11, (2002).

- [51] Ayvaci, Ş., H. ve Devocioğlu, Y., “Kavram haritasının fen bilgisi başarısına etkisi”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, (2002).
- [52] Andersson, B. ve Bach, F., “On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example”, *Science Education*, 89 (2), 196-218, (2005).
- [53] Raftopoulos, A., Kalyfommatou, N. ve Constantinou, P. C., “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, (2005).
- [54] Brickhouse, N., “Children’s observations, ideas, and the development of classroom theories about light”, *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (6), 639-656, (1994).
- [55] Osborne, J. F., Black, P., Meadows, J. ve Smith, M., “Young Children’s (7-11) ideas about light and their development”, *International Journal of Science Education*, 15 (1), 83-93, (1993).
- [56] Langley, D., Ronen, M. ve Eylon, B. S., “Light propagation and visual patterns: preinstruction learners’ conceptions”, *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (4), 399-424, (1997).
- [57] Collis, K.F., “Mapping development in students’ understanding of vision using a cognitive structural model”, *International Journal of Science Education*, 20 (1), 44-56, (1998).
- [58] Galili, I. ve Hazan, A., “Learners’ knowledge in optics: interpretation, structure and analysis”, *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (1), 57-88, (2000).
- [59] Goldberg, F. M. ve McDermott, L. C., “An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror”, *American Journal of Physics*, 55 (2), 108-119, (1987).
- [60] Galili, I., Goldberg, F. ve Bendall, S., “The effects of prior knowledge and instruction on understanding image formation”, *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 271-301, (1993).
- [61] Chen, C. C., Lin H. S. ve Lin M. L., “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, (2002).
- [62] Tao, P. K., “Developing understanding of image formation by lenses through collaborative learning mediated by multimedia computer-assisted learning programs”, *International Journal of Science Education*, 26 (10), 1171-1197, (2004).

[63] Singh, A. ve Butler, H. B., "Refraction: conceptions and knowledge structure", *International Journal of Science Education*, 12 (4), 429-442, (1990).

[64] Treagust, D. F., Harrison A. G. ve Venville G. J., "Using an analogical teaching approach to engender conceptual change", *International Journal of Science Education*, 18 (2), 213-229, (1996).

[65] Reiner, M., "Thought experiments and collaborative learning in physics", *International Journal of Science Education*, 20 (9), 1043-1058, (1998).

[66] Olivieri, G., Torosantucci, G. ve Vincentini, M., "Coloured shadows", *International Journal of Science Education*, 10 (5), 561-569, (1988).

[67] Rutherford, M. Using Models of Colour. In J: K. Gilbert (Ed.), *Exploring Models and Modelling in Science Education*, The University of Reading: The New Bulmershe Paper Series, 162-179, (1997).

[68] Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N. ve Cervantes, A., "Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables", *International Journal of Science Education*, 11 (3), 273-286, (1989).

[69] Perales, J. F. ve Nievas, F., "Teaching geometric optics: Research, results and educational implications", *Research in Science & Technological Education*, 13 (2), 187-204, (1995).

[70] Pompea, S. M. ve Stepp, L. "Great ideas for teachin optics", Proceedings of the International Conferences on Education in Optics, San Diego, CA, USA, (1995).

[71] Galili, I., "Students' conceptual change in geometrical optics", *International Journal of Science Education*, 18 (7), 847-868, (1996).

[72] Viennot, L. ve Chauvet, F., "Two dimensions to characterize research-based teaching strategies: examples in elementary optics", *International Journal of Science Education*, 19 (10), 1159-1168, (1997).

[73] Galili, I. ve Lavrik, V., "Flux concept in learning about light: A critique of the present situation", *Science Education*, 82 (5), 591-613, (1998).

[74] Lawrance, M. ve Pallrand, G., "A case study of the effectiveness of teacher experience in the use of explanation-based assesment in high school physics", *School Science and Mathematics*, 100 (1), 36-47, (2000).

[75] Colin, P. ve Viennot, L., "Using two models in optics: Students' difficulties and suggestions for teaching", *American Journal of Physics*, 69 (7), 36-44, (2001).



[76] Colin, P., Chauvet, F. ve Viennot, L., “Reading images in optics: students’ difficulties and teachers views”, *International Journal of Science Education*, 24 (3), 313-332, (2002).

[77] Hubber, P., “Explorations of year 10 students’ conceptual change during instruction”, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6 (1), Article 1, (2005).

[78] Dyer, C., *Beginning research in psychology: A practical guide to research methods and statistics*, Oxford, Blackwell Publishers, (1995).

[79] Robson, C., *Real word research: A resource for social scientists and practitioner researchers*, Oxford, Blackwell Publishers, (1993).

[80] Cohen, L., ve Manion, L., *Research methods in education*, Fourth Edition, London, Routledge, (1994).

[81] Fraenkel, J. R., ve Wallen, N. E., *How to design and evaluate research in education*, Third Edition, Mc Graw Hill, (1996).

[82] Kocaklah, M. S., “An investigation of first year university students’ understanding of magnetic force relations between two current carrying conductors a case study: Balikesir University, Faculty Of Education”, *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 155-166, (2002).

[83] Driver, R., ve Erickson, G., “Theories-in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students’ conceptual frameworks in science”, *Studies in Science Education*, 10, 37-60, (1983).

[84] Johnson, K., *Physics for you*, New national curriculum edition for GCSE, Stanley Thornes, (1996).

[85] Chauvet, F., *Construction d'une compréhension de la couleur intgrant sciences, technique et perception: Principes d'élaboration et valuation d'une séquence d'enseignement*, Thesis, Universit Denis Diderot-Paris 7, (1994)

[86] Rebmann, G., ve Chauvet, F., “A teacher training workshop: teaching geometrical optics with computer simulation of ray diagram”, *Universit Denis Diderot-Paris 7, Science Teacher Training in an Information Society Progress Report: 1.2*, (2000)

[87] Yıldırım, A., ve ŐimŐek, H., *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, 5. baskı, Seğkin Yayıncılık, Ankara, (2005).

[88] Kocaklah, M. S., *A study of the development of Turkish first year university students’ understanding of electromagnetism and the implications for instruction*, EdD. Thesis, University of Leeds, School of Education, Leeds, United Kingdom, (1999).

[89] Clement, J., "Students' preconceptions in introductory mechanics", *American Journal of Physics*, 50 (1), 66-71, (1982)

[90] Osborne, R., "Towards modifying children's ideas about electric current", *Research in Science and Technological Education*, 1 (1), 73-83, (1983)

[91] Trumper, R., "A survey of Israel physics students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers", *Research in Science and Technology Education*, 14 (2), 179-192, (1996).

[92] YÖK, Eğitim fakülteleri öğretmen yetiştirme programlarının yeniden düzenlenmesi, Ankara, (1998).

[93] Gürel, Z., "University students' thoughts about the concept of colour", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2 (2), 425-443, (2002).