

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

**ÖĞRENME SARMALINA GÖRE TASARIMLANAN
5E ÖĞRETİM MODELİ UYGULAMALARI İLE
DOKUZUNCU SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AYNALAR KONUSUNDAKİ
KAVRAMSAL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Özgür ANIL

Balıkesir, Mayıs-2010

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

ÖĞRENME SARMALINA GÖRE TASARIMLANAN
5E ÖĞRETİM MODELİ UYGULAMALARI İLE
DOKUZUNCU SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AYNALAR KONUSUNDAKİ
KAVRAMSAL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Özgür ANIL

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

Sınav Tarihi: 21.05.2010

Jüri Üyeleri: Prof. Mevlüt YILMAZ (BAÜ)

Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER (Danışman-BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Bünyamin YURDAKUL (EÜ)

Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Murat SAĞLAM (EÜ)

Enstitü Yönetim Kurulunun tarih sayılı oturumunun
nolu kararı ile Mezun olmuştur.

Balıkesir, Mayıs – 2010

ÖZET

ÖĞRENME SARMALINA GÖRE TASARIMLANAN 5E ÖĞRETİM MODELİ UYGULAMALARI İLE DOKUZUNCU SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AYNALAR KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Özgür ANIL

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

(Doktora Tezi / Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER)

Balıkesir, 2010

Bilginin sürekli geliştiği ve değiştiği günümüzün teknoloji toplumunda, öğrencilerin öğretim sürecinde aktif rol alarak bilgiyi yapılandırması tercih edilmektedir. Bu nedenle öğretim sürecinde; öğrencilerin bilgilerini yeniden organize etmesine imkân veren, kavramsal değişim sürecine yardımcı olarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine fırsat sağlayan öğretim modellerinin kullanılması önem taşımaktadır. Bu aşamada anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilmenin yolu, öğrencilerin öğretim ortamına getirdikleri yanılgıları saptamak ve mevcut yanılgıların yerine bilimsel bilgiyi koyabilmekten geçmektedir. Bu nedenle günümüzde, kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik çalışmaların yerini kavramsal değişim süreci ve yapısına ilişkin araştırmalar almaktadır.

Çalışma ile öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek ve öğrenme sarmalına uygun olarak tasarımılanan 5E öğretim modelinin kavramsal değişime ve kavramsal değişim sürecine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Örneklem; Balıkesir il merkezinde bulunan İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinin lise 1. sınıfları arasından küme örnekleme yöntemi yardımı ile seçilen iki şubeden (46 öğrenci) oluşmaktadır. Veri toplama aşamasında; kavram testi, görüşmeler, anketler, yansıtıcı günlükler ve anlam çözümleme tablolarından yararlanılmıştır.

Araştırmada elde edilen veriler incelendiğinde; “gözlemcinin konumu ile görüntü ilişkisi”, “aynada görüntünün yeri”, “cisim ile görüntü arasındaki ilişki”, “görüntünün sahip olduğu özellikler” ve “görüş alanının bağlı olduğu faktörler” konularında öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda; kavramsal değişimi gerçekleştirebilmek amacıyla 5E öğretim modeline dayalı bir öğretim süreci tasarlanmıştır.

Bu aşamada; 5E öğretim modelinin aşamaları (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) ayrı ayrı incelenmiş, her aşama için farklı uygulamalar geliştirilmiştir. Öğretmenin ders akışını 5E öğretim modeli çerçevesinde yürütebilmesi için öncelikle öğrenme planı oluşturulmuştur. Öğrenme planı öğretmenin bir ders saati içerisinde; hangi faaliyetleri ne amaçla gerçekleştireceğine, aşamalar arası geçişte hangi noktalara dikkat edeceğine yönelik ayrıntılı bilgiler içermektedir. Öğrencilerin kullanımına yönelik olarak ise “öğrenci kılavuzları” oluşturulmuştur. Öğrenci kılavuzlarında; aynalar ünitesi süresince gerçekleştirilen 20 farklı etkinlik ile ilgili bilgiler, açıklamalar ve sorular ile değerlendirme sürecinde kullanılan “anlam çözümleme tabloları” ve “yansıtıcı günlükler” yer almaktadır.

Öğretim sürecinin sonunda; öğrencilerin öğretim sürecine taşıdıkları mevcut kavramlar ile ilgili hoşnutsuzluk duydukları, gerçekleştirdikleri deney ve etkinlikler yardımıyla ulaştıkları yeni kavram ve açıklamaları “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” buldukları için olası yeni (bilimsel) kavramları benimseyerek anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdikleri ortaya çıkmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER : yapılandırmacı kuram / 5E öğretim modeli / kavram yanılgıları / fizik öğretimi / kavramsal değişim / aynalar

ABSTRACT

A STUDY ON 5E TEACHING MODEL APPLICATIONS DESIGNED ON THE BASIS OF LEARNING SPIRAL AND CONCEPTUAL CHANGES IN NINTH - GRADE HIGH SCHOOL STUDENTS WITH REGARD TO THE SUBJECT OF MIRRORS

Özgür ANIL

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

(PhD Thesis / Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER)

Balıkesir, 2010

In modern technology society in which knowledge continuously improves and changes, it is preferred that students construct knowledge by actively participating in the learning process. Therefore, it is important that the instruction process employ teaching models that allow students to reorganize their knowledge and enable meaningful learning by assisting the process of conceptual change. At this stage, the way to achieve meaningful learning lies in identifying the misconceptions brought to the learning environment by students and replacing the existing misconceptions by scientific knowledge. Thus, studies aiming to identify misconceptions are now being replaced by the research on the process of conceptual change and its nature.

The study aimed to identify the students' misconceptions about mirrors and to examine the impact of 5E teaching model designed on the basis of the learning spiral upon conceptual change and the process of conceptual change. The study sample consists of two classes of students (46 students) selected from among the first-grade high school classes in İstanbulluoğlu Anatolian Teacher High School located in the provincial center of Balıkesir by using the cluster sampling method. The data collection process employed concept tests, interviews, questionnaires, reflective journals, and semantic features analysis charts.

An examination of the data obtained in the study revealed that the students had misconceptions concerning the subjects of "the relationship between an observer's position and image", "location of image in the mirror", "the relationship between object and image", "the characteristics of an image" and "the factors upon which field of vision depends". Thus, an instruction process based on the 5E teaching model was designed in order to achieve conceptual change.

At this point, the stages of the 5E teaching model (engaging, exploration, explaining, elaborating, evaluation) were examined separately and different applications were designed for each stage. A learning plan was first made so that the teacher could present the course within the framework of 5E teaching model. A learning plan contains detailed information as to which activities the teacher will implement during a course session and to what purpose and which points s/he should pay attention to for transitions from one stage to another. “Student guides” were designed for students’ use. The student guides includes information about 20 different activities performed throughout the teaching of the mirrors unit, the “semantic features analysis charts” and “reflective journals” used for explanations, questions and in the process evaluation.

At the end of the teaching process, it was revealed that the students felt discontent about the existing concepts they brought to the teaching process and achieved meaningful and retentive learning by adopting possible new (scientific) concepts as they found the new concepts and explanations they arrived at by the help of the experiments and activities they performed “comprehensible”, “reasonable” and “useful”.

KEYWORDS: constructivist theory / 5E teaching model / misconceptions / physics teaching / conceptual change / mirrors

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORDS	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
ÖNSÖZ	xix
1.GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	2
1.2 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE AMACI	4
1.3 PROBLEM CÜMLESİ	8
1.4 Alt Problemler	8
1.5 Tanımlar	8
1.6 Sayıtlılar	9
1.7 Sınırlılıklar	9
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
2.1 Öğretim Süreci ve Öğrenme Kuramlarına Genel Bakış	11
2.1.1 Davranışçı Kuram	11
2.1.2 Bilişsel Öğrenme Kuramı	12
2.1.3 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı	13
2.1.3.1 Bilişsel Yapılandırmacılık : J.Piaget	15
2.1.3.2 Sosyo-kültürel Yapılandırmacılık : L.S.Vygostky	17
2.2 Yapılandırmacı Kuramın Öğrenme Sürecine Yönelik Uygulamaları	19
2.2.1 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğrenme Süreci	19
2.2.2 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğretmenin Rollerini	21
2.2.3 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğrencinin Rollerini	23
2.2.4 Fen Öğretiminde Yapılandırmacı Kuram	25
2.3 Öğrenme Sarmalı Modeli	26
2.3.1 Öğrenme Sarmalı Modeline Dayalı Öğretim Aşamaları	30
2.3.2 Fen Eğitiminde Öğrenme Sarmalı Modeli	32
2.4 Öğrenme Sarmalı Modelinin Uygulama Süreci	32
2.4.1 5E Öğretim Modeli ve Aşamaları	34
2.4.1.1 Giriş – Katılım (Engage) Aşaması	35

2.4.1.2 Keşif (Explore) Aşaması	36
2.4.1.3 Açıklama (Explain) Aşaması	37
2.4.1.4 Genişletme – Derinleştirme (Elaborate) Aşaması	39
2.4.1.5 Değerlendirme (Evaluate) Aşaması	41
2.4.2 5E Öğretim Modelinin Uygulama Süreci	44
2.5 Kavram, Kavram Yanılgısı ve Kavramsal Değişim	47
2.5.1 Kavramsal Değişim Süreci ve Özellikleri	48
2.5.2 Kavramsal Değişim Sürecine Yönelik Öğretim Yaklaşımları	56
2.5.2.1. Öğrencilerin Var Olan Bilgileri Üzerine İnşa Edilen ve Onları Mecaz ve Analoji Kullanarak Yeni Bir Alana Genişleten Stratejiler	57
2.5.2.2 Kavramsal Çatışma ve Çatışmanın Çözümü Temelli Stratejiler	58
2.6 5E Öğretim Modeli ve Kavramsal Değişim Süreci	63
2.7 Literatürde Yer Alan Çalışmalar	64
2.7.1 Kavramsal Değişim Sürecine İlişkin Çalışmalar	64
2.7.2 Fen Öğretiminde Yapılandırmacılık Kuramına İlişkin Çalışmalar	69
2.7.3 Fen Öğretiminde 5E Öğretim Modeli ve Yapılan Çalışmalar	71
2.7.4 Aynalar Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	74
3. YÖNTEM	80
3.1 Araştırma Modeli	80
3.2 Çalışma Grubu	81
3.3 Araştırmacının Rolü	83
3.4 Veri Toplama Araçları	84
3.4.1 Kavram Testi	84
3.4.2 Görüşmeler	88
3.4.2.1 Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme	88
3.4.2.2 5E Öğretim Modeline Yönelik Yapılandırılmış Görüşme	89
3.4.2.3 Aynalar Konusuna İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme	89
3.4.3 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi	90
3.4.4 Öğretim Sürecinde Kullanılan Diğer Veri Toplama Araçları	92
3.4.4.1 Yansıtıcı Günlük	92
3.4.4.2 Kamera Kaydı	93
3.4 Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	93
3.4.1 Geçerlik Çalışmaları	94

3.4.1.1 İç Geçerliliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar	94
3.4.1.1 Dış Geçerliliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar	95
3.4.2 Güvenirlik Çalışmaları	95
3.4.2.1 İç Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar	95
3.4.2.2 Dış Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar	98
3.5 Uygulama Süreci	99
3.5.1 Araştırmanın Uygulama Basamakları	99
3.5.2 Öğrenme Planının Tasarlanması	101
3.5.2.1 Giriş (Engage) Aşamasında Yapılan Uygulamalar	105
3.5.2.2 Keşfetme (Explore) Aşamasında Yapılan Uygulamalar	106
3.5.2.3 Açıklama (Explain) Aşamasında Yapılan Uygulamalar	108
3.5.2.4 Derinleştirme (Elaborate) Aşamasında Yapılan Uygulamalar	109
3.5.2.5 Değerlendirme (Evaluate) Aşamasında Yapılan Uygulamalar	111
3.6 Verilerin Analizi	113
3.6.1 Kavram Testi	113
3.6.2 Görüşmeler	116
3.6.3 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi	116
3.6.4 Yansıtıcı Günlük	117
3.6.7 Kamera Kaydı	117
3.7 Kavramsal Değişim Durumlarının Analizi	118
4. BULGULAR VE YORUM	121
4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	121
4.1.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Bulgular	121
4.1.1.1 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Engelin Görüntü Oluşumuna Etkisi (Soru 3)	122
4.1.1.2 Düzlem Aynada Oluşan Görüntü ile Gözlemcinin Konumu Arasındaki İlişki (Soru 5)	125
4.1.1.3 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 6)	130
4.1.1.4 Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Görüş Alanının Büyüklüğünü Etkileyen Değişkenler (Soru 7)	137
4.1.1.5 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntüde Meydana Gelen Değişiklikler (Soru 8)	143
4.1.2 Çukur ve Tümsek Ayna Konusuna İlişkin Bulgular	146
4.1.2.1 Çukur Ayna ve Tümsek Aynanın Görüntü Özellikleri, Küresel Aynalarda Oluşan Görüntüler Arasındaki Farklılıklar (Soru 4)	146

4.1.2.2 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Küresel Aynaların Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları (Soru 2)	151
4.1.2.3 Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 9)	153
4.1.2.4 Çukur Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 10)	156
4.1.3 Görüntü Türüne İlişkin Bulgular	163
4.1.3.1 Görüntü Oluşumu ve Görüntünün Türü (Soru 1)	163
4.2 Aynalar Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları	172
4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	175
4.2.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Bulgular	175
4.2.1.1 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Engelin Görüntü Oluşumuna Etkisi (Soru 3)	175
4.2.1.2 Düzlem Aynada Oluşan Görüntü ile Gözlemcinin Konumu Arasındaki İlişki (Soru 5)	179
4.2.1.3 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 6)	183
4.2.1.4 Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Görüş Alanının Büyüklüğünü Etkileyen Değişkenler (Soru 7)	190
4.2.1.5 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntüde Meydana Gelen Değişiklikler (Soru 8)	196
4.2.2 Çukur ve Tümsek Ayna Konusuna İlişkin Bulgular	199
4.2.2.1 Çukur Ayna ve Tümsek Aynanın Görüntü Özellikleri, Küresel Aynalarda Oluşan Görüntüler Arasındaki Farklılıklar (Soru 4)	199
4.2.2.2 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Küresel Aynaların Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları (Soru 2)	202
4.2.2.3 Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 9)	205
4.2.2.4 Çukur Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 10)	209
4.2.3 Görüntü Türüne İlişkin Bulgular	215
4.2.3.1 Görüntü Oluşumu ve Görüntünün Türü (Soru 1)	215
4.2.4 Uygulanan Kavram Testlerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi	225
4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	227
4.3.1 Öğrencilerin Kavramsal Değişim Durumlarının Analizi	227
4.3.1.1 Anlaşılabilirlik	227
4.3.1.2 Akla Yatkinlik	231
4.3.1.3 Yararlılık	239
4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	243
4.4.1 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Bulgular	243

4.4.2 Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular	251
4.4.3 Yansıtıcı Günlüklerden Elde Edilen Bulgular	261
4.4.4 Kamera Kayıtlarından Elde Edilen Bulgular	265
4.4.4.1 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular (Öğretmenin Değerlendirilmesi)	265
4.4.4.2 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular (Öğrencinin Değerlendirilmesi)	267
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	272
5.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar	272
5.1.1 Kavram Testi ve Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar	272
5.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar	279
5.2.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	279
5.2.2 Çukur Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	281
5.2.3 Tümsük Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	282
5.2.4 Görüntü Türleri Konusuna İlişkin Sonuçlar	282
5.2.5 Görüş Alanı Konusuna İlişkin Sonuçlar	284
5.2.6 Araştırmada Uygulanan Kavram Testlerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesinden Elde Edilen Sonuçlar	285
5.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar	286
5.3.1 Kavramsal Değişim Durumlarının “Anlaşılabilirlik” Kategorisine İlişkin Sonuçlar	286
5.3.2 Kavramsal Değişim Durumlarının “Akla Yatkinlik” Kategorisine İlişkin Sonuçlar	288
5.3.3 Kavramsal Değişim Durumlarının “Yararlılık” Kategorisine İlişkin Sonuçlar	290
5.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar	292
5.4.1 Yapılandırılmış Görüşmelerden (G) ve Yansıtıcı Günlüklerden (YG) Elde Edilen Sonuçlar	292
5.4.2 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Sonuçlar	294
5.4.3 Kamera Kayıtlarından Elde Edilen Sonuçlar	297
6. ÖNERİLER	300
6.1 Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Öneriler	300
6.2 Öğretim Sürecinin Yapılandırılmasına İlişkin Öneriler	304
6.3 Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	309
7. EKLER	311
8. KAYNAKLAR	361

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1	Öğrenme Sarmalı ve Piaget'nin Zihnin İşlevleri Modeli	27
Şekil 2.2	Kavramsal Değişim Aşamaları	49
Şekil 2.3	Kavramsal Değişim Teorisi	51
Şekil 3.1	Yansıtıcı Günlük	92
Şekil 3.2	Öğrenme Planında Yer Alan “Öğrenme Etkinliği Bölümü”	102
Şekil 3.3	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Öğrenci Kılavuzundan Bir Bölüm	103
Şekil 3.4	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Alıştırma Sorusu	104
Şekil 3.5	Çukur Ayna Konusuna İlişkin Etkinlik Örneği	105
Şekil 3.6	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Etkinlik Örneği	107
Şekil 3.7	Öğrenci kılavuzunda yer alan bir etkinlik örneği (çukur ayna)	108
Şekil 3.8	Derinleştirme Aşamasında Yararlanılan Yaşamsal Örnekler	110
Şekil 3.9	Derinleştirme Aşamasında Yararlanılan Etkinlik Örneği	110
Şekil 3.10	Çukur Ayna Konusuna İlişkin Alıştırma Sorusu	111
Şekil 3.11	Çukur Ayna Konusuna İlişkin Anlam Çözümleme Tablosu	112
Şekil 3.12	Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu	112
Şekil 3.13	Kavram Testinde Yer Alan Çukur Ayna Sorusu	114
Şekil 3.14	Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı	118
Şekil 4.1	Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Engelin Görüntü Oluşumuna Etkisi ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	122
Şekil 4.2	Öğrenci 5'in Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	124
Şekil 4.3	Öğrenci 3'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	125
Şekil 4.4	Düzlem Aynada Görüntü ve Gözlemcinin Konumu Arasındaki İlişki ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	125
Şekil 4.5	Öğrenci 6'nın Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli (1)	128
Şekil 4.6	Öğrenci 9'un Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	129
Şekil 4.7	Öğrenci 4'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	129
Şekil 4.8	Düzlem Aynada Görüntü ve Görüntü Özellikleri ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	131

Şekil

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.9	Öğrenci 8'in Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Şekil	134
Şekil 4.10	Öğrenci 4'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Şekil	136
Şekil 4.11	Görüş Alanı ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	137
Şekil 4.12	Öğrenci 16'nın Çizdiği Düzlem Aynada Görüş Alanına İlişkin Şekil	141
Şekil 4.13	Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	143
Şekil 4.14	Öğrenci 6'nın Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli (2)	144
Şekil 4.15	Öğrenci 8'in Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Kavram Testinde Gerçekleştirdiği Çizim ve Konuya İlişkin Açıklamalar	146
Şekil 4.16	Küresel Aynalarda Oluşan Görüntüler ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	147
Şekil 4.17	Öğrenci 9'un Çukur Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Öğrenci Kılavuzunda Gerçekleştirdiği Çizim ve Konuya İlişkin Açıklamalar	149
Şekil 4.18	Öğrenci 12'nin Çukur Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Kavram Testinde Gerçekleştirdiği Çizim ve Konuya İlişkin Açıklamalar	150
Şekil 4.19	Öğrenci 15'in Çukur Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Öğrenci Kılavuzunda Gerçekleştirdiği Çizim ve Konuya İlişkin Açıklamalar	150
Şekil 4.20	Küresel Aynaların Günlük Yaşamda Kullanım Alanları ve Işığı Yansıtma Özellikleri ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	151
Şekil 4.21	Öğrenci 2'nin Çukur Aynada Gerçekleştirdiği Çizim ve Konuya İlişkin Açıklamalar	153
Şekil 4.22	Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu ve Özellikleri ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	153
Şekil 4.23	Öğrenci 7'nin Kavram Testinde Yer Alan Çizim ve Açıklamaları	155
Şekil 4.24	Çukur Aynada Görüntü Oluşumu ve Özellikleri ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	156
Şekil 4.25	Öğrenci 2'nin Çizdiği Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	158
Şekil 4.26	Öğrenci 11'in Çizdiği Çukur Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	159

Şekil

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.27	Öğrenci 10'un Öğrenci Kılavuzunda Gerçekleştirdiği Çizim ve Açıklamalar	160
Şekil 4.28	Gerçek ve Sanal Görüntü ile İlgili Kavram Testinde Yer Alan Soru	163
Şekil 4.29	Öğrenci 9'un Çizdiği Görüntü Türüne İlişkin Şekil	167
Şekil 4.30	Öğrenci 13'ün Çizdiği Görüntü Türüne İlişkin Şekil	170
Şekil 4.31	Öğrenci 3'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	177
Şekil 4.32	Öğrenci 12'nin Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	178
Şekil 4.33	Öğrenci 6'nın Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	181
Şekil 4.34	Öğrenci 8'in Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Oluşumuna İlişkin Şekil	187
Şekil 4.35	Öğrenci 4'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	189
Şekil 4.36	Öğrenci 42'nin Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	190
Şekil 4.37	Öğrenci 4'ün Çizdiği Düzlem Aynada Görüş Alanına İlişkin Şekil	195
Şekil 4.38	Öğrenci 6'nın Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	198
Şekil 4.39	Öğrenci 4'ün Çizdiği Çukur Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	201
Şekil 4.40	Öğrenci 11'in Çizdiği Çukur Aynada Özel Işınlara Yansımaya İlişkin Şekil	204
Şekil 4.41	Öğrenci 2'nin Çizdiği Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	210
Şekil 4.42	Öğrenci 14'ün Çizdiği Çukur Aynada Görüntü Oluşumu Şekli	212
Şekil 4.43	Öğrenci 5'in Çizdiği Düzlem Aynada Görüntü Şekli	218
Şekil 4.44	Öğrenci 12'nin Çizdiği Tümsek Aynada Görüntü Şekli	221
Şekil 4.45	Öğrenci 13'ün Çizdiği Görüntü Türüne İlişkin Şekil	223
Şekil 4.46	Öğrenci 7'nin Öğretim Sürecinin Sonunda 1. Soruya Verdiği Yanıt	225
Şekil 4.47	Öğrenci 2'ye ait Tümsek Aynada Görüntü Çizimi	228
Şekil 4.48	Öğrenci 5'e ait Çukur Aynada Görüntü Çizimi	229
Şekil 4.49	Kamera Kaydına İlişkin Görüntü	234
Şekil 4.50	Öğrenci 3'e ait Çukur Aynada Görüntü Çizimi	235

Şekil

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.51	Öğrenci 4'ün Çizdiği Görüş Alanına İlişkin Şekil	238
Şekil 4.52	Öğrenci 5'e ait Tümsek Aynada Görüntü Çizimi	239
Şekil 6.1	Asetat Kâğıdı (Ön Yüz)	303
Şekil 6.2	Asetat Kâğıdı (Arka Yüz)	303
Şekil 6.3	Ambulans Aracı	303
Şekil 6.4	Asetatın Arka Yüzünde Yer Alan Yazının Aynadaki Görüntüsü	304

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1	Öğrenme Sarmalı Modelini Temele Alan Öğretim Aşamaları	30
Çizelge 2.2	5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Değerlendirme Yöntemleri	43
Çizelge 2.3	5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Öğretmen Davranışları	44
Çizelge 2.4	5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Öğrenci Davranışları	46
Çizelge 2.5	Öğrenme Süreci ve Kavramsal Değişime İlişkin Görüşler	52
Çizelge 3.1	9-A ve 9-C Sınıflarının 2007-2008 Eğitim Öğretim Yılı Fizik Dersi 1.Dönem Karne Notlarının Karşılaştırılması	81
Çizelge 3.2	9-A ve 9-C Sınıflarının Kavram Testi Puanlarının Karşılaştırılması	82
Çizelge 3.3	Öğrencilerin Dağılımı	82
Çizelge 3.4	Veri Toplama Araçları	84
Çizelge 3.5	Anketin Son Şeklinde Yer Alan 50 Maddenin Seçildikleri Kaynaklara Göre Dağılımı	92
Çizelge 3.6	Anketin Aşamalarına ait Güvenirlik Katsayıları	92
Çizelge 3.7	Dereceli Puanlama Anahtarı	96
Çizelge 3.8	Araştırmacı ve İkincil Araştırmacı Tarafından Yapılan Değerlendirmelere İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri	97
Çizelge 3.9	Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğine İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri (Öğretmen)	98
Çizelge 3.10	Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğine İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri (Öğrenci)	98
Çizelge 3.11	5E Öğretim Modelinin Uygulama Süreci	104
Çizelge 3.12	Çukur ayna sorusunun analizine yönelik olarak hazırlanan örnek çizelge	114
Çizelge 3.13	Likert Tipi Anket İçin Görüşlere ait Aralıklar	116
Çizelge 3.14	Likert Tipi Anket İçin Davranışların Gözlemlenme Derecesine ait Aralıklar	117

Çizelge

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.15	Durum Analiz Kategorileri	119
Çizelge 3.16	“Yararlılık” Düzeyine ait Alt Kategorilerin Analizine Yönelik Olarak Hazırlanan Örnek Çizelge	120
Çizelge 4.1	Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Yanıtlar	122
Çizelge 4.2	Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Yanıtlar	126
Çizelge 4.3	Öğrencilerin 6. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	131
Çizelge 4.4	Öğrencilerin 6. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	132
Çizelge 4.5	Öğrencilerin 7. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	137
Çizelge 4.6	Öğrencilerin 7. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	138
Çizelge 4.7	Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Yanıtlar	143
Çizelge 4.8	Öğrencilerin 4. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	147
Çizelge 4.9	Öğrencilerin 4. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	148
Çizelge 4.10	Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Yanıtlar	151
Çizelge 4.11	Öğrencilerin 9. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	154
Çizelge 4.12	Öğrencilerin 9. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	154
Çizelge 4.13	Öğrencilerin 10. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	157
Çizelge 4.14	Öğrencilerin 10. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar	157
Çizelge 4.15	Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Yanıtlar	164
Çizelge 4.16	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları	172
Çizelge 4.17	Küresel Aynalara İlişkin Kavram Yanılgıları	173
Çizelge 4.18	Görüş Alanı Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları	173
Çizelge 4.19	Görüntü Türleri ile İlgili Kavram Yanılgıları	173
Çizelge 4.20	Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Yanıtlar (2)	175
Çizelge 4.21	Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Yanıtlar (2)	179
Çizelge 4.22	Öğrencilerin 6. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	183
Çizelge 4.23	Öğrencilerin 6. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	184
Çizelge 4.24	Öğrencilerin 7. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	191

Çizelge

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.25	Öğrencilerin 7. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	191
Çizelge 4.26	Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Yanıtlar (2)	196
Çizelge 4.27	Öğrencilerin 4. Sorunun 1.Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	199
Çizelge 4.28	Öğrencilerin 4. Sorunun 2.Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	200
Çizelge 4.29	Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Yanıtlar (2)	203
Çizelge 4.30	Öğrencilerin 9. Sorunun 1.Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	205
Çizelge 4.31	Öğrencilerin 9. Sorunun 2.Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	206
Çizelge 4.32	Öğrencilerin 10. Sorunun 1. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	209
Çizelge 4.33	Öğrencilerin 10. Sorunun 2. Bölümüne Verdikleri Yanıtlar (2)	209
Çizelge 4.34	Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Yanıtlar (2)	215
Çizelge 4.35	Sayısal Değerlendirme Ölçütü	225
Çizelge 4.36	Kavram Testinde Yer Alan Soruların Ortalama Puan Değerleri	225
Çizelge 4.37	Kavram Testine ait SPSS Sonuçları	226
Çizelge 4.38	“Anlaşılabilirlik” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler	228
Çizelge 4.39	“Akla Yatkınlık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler	231
Çizelge 4.40	“Yararlılık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler	240
Çizelge 4.41	“Giriş” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı	243
Çizelge 4.42	“Keşfetme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı	245
Çizelge 4.43	“Açıklama” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı	246
Çizelge 4.44	“Derinleştirme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı	247
Çizelge 4.45	“Değerlendirme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı	248
Çizelge 4.46	Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme ve 5E Öğretim Modelinin Geneline İlişkin Ortalama Puan Değerleri	250
Çizelge 4.47	Ortalama Puan Değerine Karşılık Gelen Görüşler	250
Çizelge 4.48	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Değerlendirme Sonuçları (Öğretmen)	266

Çizelge

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.49	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Verdikleri Yanıtların Ortalama Puan Değerleri	267
Çizelge 4.50	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Değerlendirme Sonuçları (Öğrenci)	268
Çizelge 4.51	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamaları (Giriş Bölümü)	269
Çizelge 4.52	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamaları (Keşfetme Bölümü)	269
Çizelge 4.53	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamaları (Açıklama Bölümü)	269
Çizelge 4.54	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamaları (Derinleştirme Bölümü)	269
Çizelge 4.55	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamaları (Değerlendirme Bölümü)	270
Çizelge 4.56	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması (Giriş, Keşfetme ve Açıklama Bölümü)	270
Çizelge 4.57	Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara ait Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması (Derinleştirme, Değerlendirme Bölümleri ile 5E Öğretim Modelinin Geneli)	271
Çizelge 5.1	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları	273
Çizelge 5.2	Küresel Aynalar ile İlgili Kavram Yanılgıları	275
Çizelge 5.3	Görüntü Türleri ile İlgili Kavram Yanılgıları	276
Çizelge 5.4	Çalışmada Belirlenen ve Literatürde Yer Almayan Kavram Yanılgıları	277
Çizelge 5.5	Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	280
Çizelge 5.6	Çukur Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	281
Çizelge 5.7	Tümsek Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar	282
Çizelge 5.8	Görüntü Türleri Konusuna İlişkin Sonuçlar	283
Çizelge 5.9	Görüş Alanı Konusuna İlişkin Sonuçlar	284

ÖNSÖZ

Çalışmaya başlarken fizik eğitimi alanında yapılan birçok araştırmayı inceleme fırsatım oldu. Türkiye’de Fizik Eğitimi üzerine yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olması endişelenmeme neden olsa da öğretim sürecini tasarlamaya başlayınca bu duygu yerini tatlı bir heyecana bıraktı.

Öncelikle çalışmamın her aşamasında bana destek olan ve sorularıma çözüm bulmaya çalışarak önerileri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER’e teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

Öğretim sürecinin başladığı andan itibaren yardımlarını esirgemeyen ve çalışmamda büyük emekleri olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Bünyamin YURDAKUL’a ve Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ’ye çok teşekkür ederim.

Çalışmam süresince yardımını ve güler yüzünü benden esirgemeyen değerli dostum Servet YILDIZ’a ve İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesi’nde yaptığım uygulamalarda desteğiyle her zaman yanımda olan Mithat KEPÇE’ye teşekkür gönül borcumdur.

Çalışmamın her anında yanımda olduğu, tüm sıkıntılarımı paylaştığı ve bana her zaman sonsuz bir destekle inandığı için sevgili eşim Şenay ANIL’a çok teşekkür ediyorum.

Balıkesir, 2010

Özgür ANIL

1. GİRİŞ

Fen bilimlerinin alt kollarından biri olan fizik bilimi; maddelerin yapısını oluşturan en küçük yapı taşlarından, evrenin işleyişine kadar geniş bir alanı incelemektedir. Yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin yaşam şeklimizi büyük oranda etkilediği günümüzde; bilim, teknoloji ve toplum arasındaki ilişkilerin kavranabilmesinde fiziğin önemli bir rolü bulunmaktadır [1].

Öğrencilerin gerek okul yaşantılarında, gerekse teknolojik ve doğal dünya ile etkileşim içinde oldukları günlük yaşantılarında; fizik biliminin konu alanlarına ilişkin fikirler geliştirmeleri fizik öğretiminin önemini arttırmaktadır [2]. Öğretmenlerin; fizik öğretim sürecinin yapılandırılması aşamasında dikkate alacakları amaçlar şu şekilde sıralanabilir.

- Fiziğin evrendeki olayları anlamaya yardımcı temel bilimlerden biri olduğu fikrini öğrencilere kazandırmak.
- Öğrencilerin; fiziğin yaşamın kendisi olduğunu özümlemelerini, karşılaştığı problemleri bilimsel yöntemleri kullanarak çözebilmelerini ve becerilerini fizik bilgisi ile geliştirebilmelerini sağlamak.
- Fizik biliminin sınanabilir, sorgulanabilir, doğrulanabilir, yanlışlanabilir ve delillere dayandırılabilir bir yapısı olduğu fikrini öğrencilere kazandırmak.
- Öğrencilerin fizik bilimindeki teori ve kavramları; derinliğine ve kapsamlı düşünebilme, olayların analiz ve sentezini yapabilme sürecinde kullanabilmelerini sağlamak.
- Fizik ve teknolojinin; birey, toplum ve çevre üzerindeki (sosyal, kültürel, ekonomik vb. konularda) olumlu ve olumsuz etkileri hakkında öğrencilerin bilgi sahibi olmasını sağlamak.
- İnceleme, gözlem ve deney yaptırmak suretiyle; öğrencilerin araştırma yollarını kavramalarına, bilimsel bir görüş ve düşünüşe sahip olmalarına imkân ve ortam hazırlamak [1, 3].

Fizik öğretiminde bu amaçların gerçekleşebilmesi için yıllardır süregelen geleneksel öğretim anlayışının dışında, çağdaş öğretim yaklaşımlarının uygulanmasına gereksinim duyulmaktadır [4]. Bilginin sürekli geliştiği ve değiştiği günümüzün teknoloji toplumunda, öğrencilerin öğretim sürecinde aktif rol alarak bilgiyi yapılandırması tercih edilmektedir. Bu nedenle öğretim sürecinde; öğrencilerin bilgilerini yeniden organize etmesine imkân veren, kavramsal değişim sürecine yardımcı olarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine fırsat sağlayan öğretim modellerinin kullanılması önem taşımaktadır.

1.1 Problem Durumu

Günümüzde eğitimin yeni hedefi; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, öğrenme yöntemlerini tanıyıp etkili bir biçimde kullanan ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanan insan modeli oluşturmaktır [5]. Bu da ancak; öğrenme sürecinin merkezinde yer alan, araştırmacı ve yaratıcı bireylerle mümkün olabilmektedir. Öğrenci merkezli öğretim anlayışında; öğrenci yeni bilgileri zihninde yapılandırırken, önceden edindiği bilgileri gözden geçirmekte, neyi bilip bilmediğini belirlemekte; yeni bilgi edinme sürecinde gözlem, deney, uygulama, araştırma, inceleme yaparak öğrenmeyi sürekli hale getirebilmektedir [6].

Öğrenme sürecinin etkili olabilmesi ve öğrencinin bilgiyi doğru yapılandırabilmesi için; öncelikle öğrencilerin kendi deneyimleri sonucu oluşturdukları bilimsel olmayan kavramlar belirlenebilir. Fen eğitimi alanında yapılan araştırmaların bulguları, öğrencilerin bilimsel farklılık gösteren bazı fikirler geliştirdiklerini ve öğretim sürecinde de bu fikirlerden vazgeçemediklerini ortaya koymaktadır [7, 8, 9].

Öğrenciler derste öğrenecekleri kavramla ilgili bilgileri değerlendirirken kendi deneyimlerine dayanarak oluşturduğu kavramı ölçüt olarak kullanabilmektedir. Ölçütteki yanlışlık nedeniyle, öğrenci söz konusu kavramı eksik, yanlış veya iki anlamlı (kendi kavramı/okulda kendisine tanıtılan kavram) olarak öğrenebilmektedir. Yanlış öğrenilen bir kavramı düzeltme yeni bir kavramı öğrenmekten daha zordur. Bu olgu, okulda kavram öğrenmede göz ardı edildiğinde; öğrenci kendi kavramının

diğer (bilimsel) kavramdan nasıl ayrıldığını göremeyebilir veya bu çelişkili durumdan dolayı cesareti kırılır ve yeni girişimlerde bulunmaktan vazgeçebilir [10].

Bu aşamada, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilmek için öğrencilerin öğretim ortamına getirdikleri kavram yanlışlarını saptamak ve kavramsal değişim sürecine hizmet eden bir öğretim ortamı tasarlamak gerekir [11]. Bu nedenle günümüzde, kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik çalışmaların yerini kavramsal değişim süreci ve yapısına ilişkin çalışmalar almaktadır.

Vosniadou'nun (1994, sf. 3) da ifade ettiği gibi [12];

“Günümüzde, kavramsal değişimin nasıl gerçekleştirileceği ve sürece ilişkin koşulların nasıl belirleneceği kavramsal psikolojinin temel problemleri arasındadır. Kavramsal değişim teorisi, çok amaçlı öğrenmenin açıklanmasında ön koşuldur ve eğitim süreci için önemli içeriklere sahiptir.”

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki; çoğu öğrenci kavram yanlışlarından bilimsel kavramlara geçişte tereddüt göstermektedir. Bu öğrencilerin kavramsal değişimleri içerik bağımlı olmakta ve dengesizlikler göstermektedir. Farklı içeriklere ait benzer görevlerde öğrenciler, önceki bilgilerine geri dönebilmektedir. Öğretim süreci boyunca, öğrencilerin kavramsal ilerleme ve gerilemeler yaşadıkları, mevcut bilgileri ile bilimsel bilgiler arasında gidip geldikleri gözlemlenmektedir. Öğrenciler birbiriyle ilişkili kavramlar arasında gerçekleşen bilgi transferinde zorluk yaşamaktadır. Bu nedenle, öğrencilere yeni bir içerik sunulduğunda söz konusu içeriğe benzer daha önceki içerikler öğrencilere hatırlatılmalıdır. Daha da önemlisi, önceden kazanılmış ve yeni kazanılacak kavramlar arası ortaklıklar vurgulanmalıdır. Ancak bu şekilde öğrencilerin büyük çoğunluğunun bilgiyi yapılandırabilmesi mümkün olabilmektedir [13,14].

İçerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirmek için öğrencilerin bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onaylamaları ve kavramların ortak yanlarının farkına varmaları gerekmektedir. Kavramsal değişim ve problem çözme süreci iyi kurgulanmalıdır, çünkü birbiriyle ilişkili kavramlar arasında gerçekleşmesi planlanan bilgi transferi çok güç bir süreçtir. Bunu

sağlayacak öğretim ortamlarının tasarlanması, öğretmenlerin karşılaştığı sorunların başında yer almaktadır [13, 15].

1.2 Araştırmanın Önemi ve Amacı

Öğretim sürecinde; “içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirebilmek ve bilimsel kavramlar arasındaki bilgi transferini sağlayabilmek için ne yapılmalıdır? Ceci ve Roazzi [16]; kavramlar arası bilgi transferinin gerçekleşebilmesi için kesin ve anlaşılır bir öğretime gereksinim olduğunu ifade etmektedir. Bu noktada öğrenme - öğretme sürecinde hangi öğretim yönteminin kullanılacağı önem kazanmaktadır. Öğretim yönteminin belirlenmesi sürecinde bazı hususlar üzerinde durulması gerekmektedir:

- Öğretmenin kavramsal değişim öğretimine destek olacak bir öğrenme çevresine gereksinimi bulunmaktadır. Bu öğrenme çevresi, kavram yanlışları ile ilgili tartışma ve kavramın üzerinde düşünme etkinliklerini desteklemelidir.

- Öğretme stratejisinin seçim aşamasında, seçilen konu ile ilgili öğrenme sürecinin tümüne rehberlik edebilecek strateji tercih edilmektedir. Öğretim stratejisi belirlenirken; kendi fikirlerini bilimsel bilgiler ile değiştirmede, var olan bilgilerini genişletme ve yeni durumlara uygulamada, mevcut bilgilerini bilimsel bilgilere paralel olarak geliştirmede, uygun ve \ veya uygulanabilir modelleri farklı durumlara uygulayabilmede öğrencilerin birbirlerinden farklı motivasyonlara sahip olduğu unutulmamalıdır [17,18,19,20].

- Öğrenme-öğretme süreçlerine özgü öğrenme görevleri sunulmalıdır. Kavramsal çatışmalar, farklı olaylar, deney ve etkinlikler, benzetimler, grup çalışmaları vb. özel görevler; seçilen öğretme stratejisine ve kurgulanan öğrenme görevine yönelik hedeflerle uyum içinde olmalıdır.

Tasarlanan öğrenme-öğretme süreçleri; öğrencilerin düşünme ve plan yapma yeteneğini geliştirmeli, bireysel deneyimleri öne çıkararak sorgulama, keşfetme, yansıtma ve tartışma uygulamalarını desteklemeli, bireyin kendi bilgisini kurması ve geliştirmesine fırsat vermelidir [21, 22].

Öğrenme-öğretme süreçlerinin geliştirilmesi aşamasında;

- Tüm öğrenme etkinliklerinin geniş bir görev ya da probleme bağlandığı,
- Öğrenenlerin özgün bilgi yapılarını kendilerinin oluşturacakları yaşantıların düzenlendiği ve bu yaşantılar yardımıyla öğrenme sorumluluğunun öğrenenlere bırakıldığı,
- Yeni öğrenmeleri oluşturmada ön bilgilerin dikkate alındığı,
- Öğrenme sürecinde sosyal etkileşimin sağlandığı,
- Anlamli öğrenmeyi gerçekleştirmek üzere özgün öğrenme görevlerinin tasarlandığı ve gerçek yaşamın karmaşıklığını yansıtacak öğrenme ortamlarının oluşturulduğu,
- Öğrenme için tehlikesiz ve güvenli bir ortamın yaratıldığı,
- Bilgiyi yapılandırma sürecinin farkına varılmasını desteklemek üzere nasıl öğrenildiğinin yansıtılmasını sağlayacak yaşantıların düzenlendiği,
- Çoklu gerçekliklerin açığa çıkarılmasına fırsat veren bilişsel çelişkilerin yaratıldığı ve bireysel anlamın oluşmasını destekleyecek etkinliklerin düzenlendiği,
- Öğrenen düşüncelerinin desteklendiği “yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim ortamları” ön plana çıkmaktadır [23].

Bu bilgiler çerçevesinde; öğrenciyi merkeze alan, bilgiyi bireyin yapılandırdığı ve üst düzey düşünmeye yönelik yapılandırmacı yaklaşımın kavramsal değişim süreci ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Bu noktada şu soruya cevap aranması gerekmektedir: “Piaget’in teorisine dayanmasına rağmen, bugünkü oluşumuna varıncaya dek Vygotsky’nin toplumsal oluşum teorisi, Ausubel’in anlamli öğrenme teorisi, Wittrock’ın türetimci öğrenme modeli gibi birçok düşünceden etkilenen, yapılandırmacı kurama dayalı “Öğrenme Sarmalı Modeli” içerikten bağımsız ve sağlam bir kavramsal değişim sürecine hizmet edebilir mi?” [24].

Yıllar süren deneyimlerden ve düşüncelerden sonra Karplus [25] bugün fen eğitiminde yaygın bir şekilde kabul edilen ve Öğrenme Sarmalı olarak bilinen modeli ortaya koymuştur. Colburn ve Clough [26] araştırmalarında, Öğrenme Sarmalı’nın öğrencinin bilimi tanıması, içeriğini anlaması ve bilimsel süreçleri uygulaması açısından en etkili yol olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğrenme Sarmalı'nın etkili kullanımı; öğretmenlere öğrencilerin geçmiş bilgilerini görme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sağlamaktadır. Öğrenciler kendi davranışlarını ve tepkilerini yeni durumlara uygulayarak öğrenmektedir [27]. Öğrencilerin bilgileri paylaşması ve tartışması Öğrenme Sarmalı'nın dikkat çeken özellikleri olarak görülmektedir. Öğretmen öğrenciye kavramların gelişiminde ipucu verecek sorularla rehberlik etmektedir. Sınıf tartışması, düşünülen kavramların ortaya çıkarılması için öğrenciye yol göstermektir. Bu süreç boyunca öğrenciler, etkin biçimde bilgiler üzerinde çalışırken analiz, sentez, ayrıştırma, karşılaştırma, değerlendirme, sonuca varma gibi bilimsel süreçlerle de ilgilenmektedir [24]. Öğrenme Sarmalında; öğrenciler yeni terimleri ya da yeni düşünme tarzlarını diğer örneklere uygulamaktadır. Uygulama önemlidir, çünkü öğrencilerin soyut kavramları diğer problemlere veya yeni durumlara uygulaması, konuyu daha iyi öğrenmelerine yardımcı olmaktadır [27].

Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı Öğrenme Sarmalı'nın öğretim sürecinde uygulanan en kullanışlı formlarından biri, BSCS (Biological Science Curriculum Study)'nin öncü isimlerinden Bybee tarafından geliştirilen 5E Öğretim Modelidir [28].

5E öğretim modeli; araştırma merakını artırıp, öğrenci beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için aktif bir araştırmaya odaklandıran beceri ve etkinlikleri içermektedir. Bu süreçte; 5E öğretim modelinin her aşamada öğrencileri etkinlik içine dahil ettiği ve öğrencileri kendi kavramlarını oluşturmaları yönünde desteklediği görülmektedir [29]. 5E öğretim modeli; öğrenme ortamının yapılandırması sürecinde öğretmen için yardımcı ve düzenleyici olarak görülmektedir. Bilginin öğrenci tarafından yapılandırılabilmesine, içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin sağlanabilmesine imkân veren; öğrencilerin ilgilerini çekerek deneyime dayalı öğrenmeyi teşvik eden bu model, üst düzey düşünme sürecine katkıda bulunmaktadır.

Bu bilgiler ışığında araştırmada, öğrenme ortamının yapılandırılmasında kullanılacak model olarak; öğretmenlere öğrencilerin ön bilgilerini belirleme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler

sağlayan, yapılandırmacı kurama dayalı “5E öğretim modeli” tercih edilmiştir. 5E öğretim modelinin öğretim sürecindeki etkinliğini kavramsal değişim çerçevesinde inceleyen araştırma sayısı oldukça azdır. Fizik eğitimi alanında; kavramsal değişim sürecinin incelenmesi ve öğrenmenin kalıcı olarak gerçekleşip gerçekleşmediğinin belirlenmesine yönelik olarak yapılacak araştırmaların, öğrenme ortamlarının öğrenci merkezli olarak tasarlanabilmesine ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma konusu olarak; aynalar ünitesinin “düzlem ayna”, “çukur ayna” ve “tümsek ayna” bölümleri tercih edilmiştir. Aynalar konusunun:

- Günlük hayatta oldukça fazla kullanım alanına sahip olması,
- Öğretim sürecinde öğretmen ve öğrenciler tarafından kullanılabilir ve kavramsal değişime destek olacak birçok etkinlik, benzetim, animasyon, deney ve uygulamanın tasarlanabilmesine fırsat vermesi, araştırmada aynalar ünitesinin tercih edileme nedenleri arasında sayılabilir.

Aynalar konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çalışma sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. [30, 31, 32, 33, 34]. Buna karşılık kavram yanlışlarının giderilerek, kavram öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yapılan bu araştırma ile öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek ve öğrenme sarmalına uygun olarak tasarımılanan 5E öğretim modelinin kavramsal değişime ve kavramsal değişim sürecine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Aynalar konusu ile ilgili öğrencilerin fikirlerini dikkate alması, bu fikirlerden bilimsel fikirlere doğru gelişimi sağlayabilecek etkinliklere öğretimde yer vermesi ve bu süreçte öğrenme sarmalına uygun olarak tasarımılanan 5E öğretim modelinden yararlanılması gibi nedenlerle araştırmanın, kavramsal değişim sürecine yönelik araştırmalara önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öğretim sürecinde öğrencilerin, aynalar konusuna ilişkin düşüncelerinde gerçekleşen değişimlerin farklı ölçme araçları (kavram testi, görüşme, yansıtıcı günlük, anket vb.) ile izlenmesi ve elde edilen verilerin kavramsal değişim ve anlamlı öğrenme sürecine ilişkin kapsamlı bilgiler sunması çalışmanın önemini vurgulayan diğer noktalar olarak görülebilir.

1.3 Problem Cümlesi

Öğrenme Sarmalına uygun olarak tasarımlanan 5E Öğretim Modeli, öğrencilerin düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna ile ilgili kavramsal değişimini nasıl etkilemektedir?

1.4 Alt Problemler

- Öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanılgıları nelerdir?
- Öğretim süreci öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilemiştir?
- Öğrencilerin kavramsal değişim süreci nasıl gerçekleşmektedir?
- 5E öğretim modeli öğretim sürecini nasıl etkilemiştir?

1.5 Tanımlar

Kavram: İnsan zihninde anlamlı hale gelen, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısı olarak tanımlanabilir [35].

Kavram Yanılgısı: Çoğunlukla kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere aykırı olan, bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak tanımlanabilir [10].

Kavramsal Değişim: Öğrencilerin sahip oldukları düşünce biçimlerinde, bilimsel fikirler ile uyumun sağlanabilmesi amacıyla öğretim yolu ile gerçekleştirilen statü değişimidir.

Kavramsal Anlama: Öğrencilerin öğrendikleri kavramı kendi cümleleri ile ifade edebilmesini, yeni kavram ile önceden bildiği kavramlar arasında ilişkiler kurabilmesini ve bunları açıklayabilmesini kapsamaktadır. [36].

5E Öğretim Modeli: Bilginin öğrenciler tarafından yapılandırılmasına ve bilgiyi yeni durumlara uygulamaya fırsat sağlayan, öğrencinin öğretim sürecinde aktif olarak yer aldığı yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretim modelidir.

1.6 Sayıtlar

Bu araştırmada, aşağıda sıralanan sayıtlardan yola çıkılmıştır.

- Öğrenciler ğrenme ortamlarına çeşitli ön bilgiler ile gelirler ve bu bilgiler daha sonraki öğrenmelerini etkiler.
- Öğrencinin kendi bilgisini oluşturma sürecinde, sosyal çevresi ile olan etkileşimleri rol oynamaktadır.
- Araştırmacı tarafından geliştirilen kavram testi, ğrenci kılavuzu, görüşme formları, yansıtıcı günlükler ve anketler öğrencilerin sahip olduğu fikirlerin ortaya çıkarılmasında yeterlidir.
- Katılımcılar veri toplama araçlarını (kavram testi, yansıtıcı günlük, görüşme formları, öğrenme çevresi değerlendirme anketi, ğrenci kılavuzları, anlam çözümlene tabloları) içtenlikle yanıtlamışlardır.
- Öğrenciler; yürütülecek çalışma ve tüm uygulama aşamalarında yapılacaklar hakkında bilgilendirilmiş olduklarından, modelin ve etkinliklerin yürütülmesinde kendilerinin ve ğretmenlerinin sorumluluklarının farkındadır.

1.7 Sınırlılıklar

- Araştırma; 2007–2008 Eğitim ğretim Yılıının 2. yarıyılında İstanbulluoğlu Anadolu ğretmen Lisesinde, lise 1.sınıfta eğitim gören toplam 46 öğrenciye uygulanmıştır.
- Araştırmanın uygulama süresi 7 haftadır. Bu 7 haftalık (14 ders saati) srenin 3 haftası düzlem ayna, 2 haftası çukur ayna ve 2 haftası da tümsek ayna konularının öğretimine ayrılmıştır.
- Araştırma; lise 1. sınıf fizik dersi “Aynalar” nitesinde yer alan “Düzlem Ayna”, “ukur Ayna” ve “Tümsek Ayna” konularını kapsamaktadır.
- Öğretim ortamının tasarımı ve öğretimin uygulanması aşamaları araştırmacı tarafından yrtlmştir.
- Kavramsal değişim sürecinin değerlendirme aşaması; “ok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı”nın “Bilişsel Bakış Açısı” ile sınırlıdır.

- Araştırmada veri toplama araçları olarak; kavram testi, ğrenci kılavuzları, görüşme formları, yansıtıcı günlük, öğrenme çevresi değerlendirme anketi ve anlam çözümleme tablolarından yararlanılmıştır.

- Araştırmada; ders kitapları ve yardımcı ders kitapları, deney araçları, CD tabanlı paket programlar, animasyonlar, araştırmacı tarafından oluşturulan kısa filmler ve sunular kaynak olarak kullanılmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde öncelikle öğrenme süreci ve öğrenme kuramlarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Diğer konu başlıkları ise Öğrenme Sarmalı ve Öğrenme Sarmalına dayalı öğretim modelleri ile kavramsal değişim sürecinin özellikleridir.

2.1 Öğrenme Süreci ve Öğrenme Kuramlarına Genel Bakış

İnsanlar yaşamları boyunca çevre ile etkileşimleri sonucu bilgi, beceri, tutum ve değerler kazanırlar. Öğrenmenin temelini bu yaşantılar oluşturur [37]. Öğrenmenin nasıl gerçekleştiği sorusunun yanıtı ise öğrenme kuramlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu aşamada; “davranışçı öğrenme kuramı” ve “bilişsel öğrenme kuramı” bilgi ve öğrenme kavramlarını nesnelci bir bakış açısı ile irdelerken, “yapılandırmacı öğrenme kuramı” bilginin anlamlandırılması sürecini öznelci bir anlayış çerçevesinde açıklamaya çalışmıştır.

2.1.1 Davranışçı Kuram

Nesnelci anlayış, bilginin ne olduğu ve bir şeyi bilmenin ne anlama geldiğine ilişkin felsefî bir görüştür. Nesnelci görüş açısına göre yaşadığımız dünya; içinde barındırdığı canlı ve cansız varlıklar, bu varlıkların kendilerine özgü özellikleri ve yine varlıkların aralarındaki karşılıklı ilişkilerinden oluşan tam ve tek bir yapıya sahiptir. Bu yapı, "doğru" ya da "gerçeklik" olarak kabul edilmektedir [38].

Nesnelci anlayışa dayalı bir öğrenme kuramı olan davranışçı kuram; bilginin bireyden bağımsız olduğunu ve öğrenmenin bilginin dış dünyadan bireye transfer edilmesi sonucu oluştuğunu savunmaktadır [39, 40; Aktaran, 41]. Davranışçılar için asıl mesele, yeni bir bilginin değil, yeni bir davranışın nasıl elde edildiğidir. Diğer bir deyişle öğrenme, öğrencinin zihnindeki fikirleri çoğaltma değil, davranış repertuarını genişletme sürecidir. Davranışçı kuram öğrencinin Einstein'ın kuramını nasıl anladığı ve öğrendiği ile ilgilenmemekte; öğrencinin (problemlerin doğru cevaplarını

bulma, deneyleri yapma, öğretmen istediğinde belli denklemleri yazma gibi) belli şeyleri yapabilecek biçimde davranması için ona nasıl önderlik edileceği ile ilgilenmektedir [42].

Öğrenmeyi uyarıcı-tepki bağı ile açıklayan ve öğrenciyi kontrol edilebilecek, şekillendirilebilecek birer mekanizma gibi gören davranışçı kuram; öğretmeni "bilgiyi aktaran" öğrenciyi ise "bilgiyi alan" kişi olarak görmektedir. Öğrenme-öğretme sürecinin temelinde öğretmen bulunmaktadır [43; Aktaran, 41].

2.1.2 Bilişsel Öğrenme Kuramı

Nesnelci anlayışa dayalı bir başka kuram olan bilişsel öğrenme kuramının savunucuları; davranışçı kuramı temel alan öğretim uygulamalarında, öğrencilerin önceden belirlenmiş etkinlikler sırasında tepki vermek zorunda bırakılmalarının öğrenmeye etkin katılım olarak değerlendirilemeyeceğini düşünmektedirler. Bu tür etkinliklerde öğrencinin hangi davranışta (tepkide) bulunacağı, hangi bilgiler (uyarıcılar) üzerinde odaklanacağı ve bu bilgileri nasıl işleyeceği öğrenci tarafından değil, öğretimi ya da öğretim materyallerini tasarımıyan kişiler tarafından kararlaştırılmıştır. Bu ise her öğrencinin bireysel özellikleri ve geçmiş deneyimleri çerçevesinde gösterebileceği farklı zihinsel işleme çabalarını engelleyerek, öğrencilerin öğrenmeye katılımını yalnızca önceden başkaları tarafından belirlenmiş etkinliklerin gerçekleştirilmesiyle sınırlamakta, dolayısıyla öğrencilerin öğrenmeye etkin katılımını azaltıp, onları zihinsel açıdan edilgenleştirmektedir [44].

Bilişsel öğrenme kuramcılarına göre öğrenme, bireyin çevresinde olup bitenlere bir anlam yüklemesidir. Davranışçıların, davranışta değişme olarak tanımladıkları olay, gerçekte kişinin zihninde meydana gelen öğrenmenin dışa yansımasıdır. Bilişsel öğrenme kuramcıları daha çok anlama, algılama, düşünme, duyu ve yaratma gibi kavramlar üzerinde durmaktadır [45]. Bilişsel öğrenme kuramı; davranışçı kuramın aksine, bireyin kendi bilişsel yapısı yardımı ile bilgiyi anlamlandırıldığını savunmaktadır. Bilgiye ulaşma süreci; uyarıcıların etkisi sonucu belirli davranışların tekrar edilmesi ile gerçekleşen bir eylemi değil, algılama ve yorumlama süreçlerini içine alan anlam bulma etkinliğini ifade etmektedir.

Her ne kadar, bilgi işlemeye dayalı bilişsel öğrenme kuramı öğrenmede öğrencinin zihinsel bilgi işleme etkinliklerini ön plana alarak davranışçı kuramdan oldukça farklı bir bakış açısı sergilese de, temelde her iki kuram da bilgi ve bilmeye ilgili nesnelci görüşün varsayımlarını benimsemektedir. Bilgi işlemeye dayalı bilişsel öğrenme kuramını benimseyen öğretim uygulamalarında da nesnel bir gerçekliğin var olduğuna inanılmakta, bu nedenle davranışçı kuramda olduğu gibi amaç ve görev çözümlenmesi yoluyla öğrencilere öğrenmeleri gereken bilgiler olarak aktarılmak üzere bu nesnel gerçeklik temel alınmaktadır [4; Aktaran, 44].

Davranışçı ve bilişsel kuramlar; bireyden bağımsız, bilgi aktarımını hedefleyen, öğretim sürecine ait amaç ve etkinlikleri önceden belirlenen ve geleneksel eğitim anlayışına temel oluşturan öğrenme kuramlarıdır. Yapılandırmacı kuram ise bireyi temele alan, öğrencilerin etkileşimini destekleyen, bilginin birey tarafından sorgulandığı ve yapılandırıldığı yeni bir bakış açısı olarak ifade edilebilir.

2.1.3 Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, bilginin ne olduğu ve bir şeyi bilmenin ne anlama geldiğine ilişkin olarak nesnelci görüşten oldukça farklı bir felsefi anlayışa sahiptir. Öznelci bir bakış açısı olarak ifade edilebilen bu görüşün temelinde, bilginin ya da anlamın dış dünyada bireyden bağımsız olarak var olmadığı ve edilgen olarak dışarıdan bireyin zihnine aktarılmadığı, tersine etkin biçimde birey tarafından zihinde yapılandırıldığı düşüncesi yer almaktadır [1, 46; Aktaran, 44].

Öğrenme pasif ya da basit bir biçimde nesnel değildir. Yapılandırmacılar, bilginin kendi yaşantısını anlamlı kılmaya çalışan birey tarafından yapılandırıldığını, çevreden pasif bir biçimde alınmadığını savunmaktadır. Bireyler doldurulmayı bekleyen boş variller değildir, tersine anlamları araştıran etkin organizmalardır. Yapılandırmacılığa göre, bireyler bilgiyi bireysel olarak yaratmakta ve yeniden organize etmektedir [47].

Yapılandırmacı öğrenme kuramına yönelik uygulamalarda bilgi, öğrenen tarafından; kendi yaşantıları, ham veriler, birincil bilgi kaynakları ve güncel yaşama dayalı üst düzey bilişsel etkinlikleri gerektiren görevler yardımıyla yapılandırılır. Bu süreç, öğrencilerin birbirleri ile etkileşimine ve bireyin kendi anlamları ile diğer bireylerin anlamlarını karşılaştırabilmesine imkân sağlar. Öğretmenler bu süreçte yönlendirme ve rehberlik ederek bilginin öğrenen tarafından yapılandırılmasına yardımcı olurlar.

Öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmeye başlayan yapılandırmacılık zamanla öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırıdıklarına ilişkin bir yaklaşım halini almıştır. Yapılandırmacılıkta bilginin tekrarı değil, bilginin transferi ve yeniden yapılandırılması söz konusudur [48].

Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre öğrenci yeni bir bilgi aldığı anda onu kendisinde önceden var olan bilgileriyle karşılaştırdıktan sonra özümsemekte, önceden var olan bilgilerin kapsam ve niteliklerini değiştirmekte ve yeni edinilen deneyimlerin gerektirdiklerine uygun davranmaktadır. Öğrenci kendine özgü olarak bilgiyi oluşturmaktadır ve bu süreç öğrenciyi aktif kılan bir süreçtir [49]. Bir başka deyişle bireyin çeşitli deneyimler yaşadığı gerçek bir dünya vardır ve bu dünyaya anlam veren bireydir. Yapılandırmacı kuram; bilgi veya anlamın bireyden bağımsız olarak dış dünyada var olan bir şey olmadığını, öğrenen tarafından bireysel olarak yapılandırıldığını savunur [50; Aktaran, 44].

Yapılandırmacı kuramın öğretim sürecindeki eksikliklerine yönelik düşünceler de bulunmaktadır. Yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme ortamlarında; öğrencinin bilgiyi yeniden yapılandığı süreçte öğretmen tarafından direkt olarak bilgi aktarımına imkân verilmemesi ve öğrencinin bilgiyi deneyimler ve etkinlikler yardımıyla kendisinin yapılandırması, öğretmeni öğrenme sürecinde pasif bir tutuma yöneltebilmektedir. Bu nedenle; yeniden yapılanma sürecini izlemek ve yönetmek gibi çok önemli görevlere sahip olan öğretmen, öğrenme sürecindeki rollerinin (rehber ve destekleyici) etkinliğini yitirme tehlikesi ile karşı karşıya kalabilmektedir [28].

Yapılandırmacı kurama yönelik bir başka eleştiri ise öğretmenin süreçteki rolüne yöneliktir. Özmen (2004); bilginin öğretilmesinin o bilgideki kavramların öğretimini yanı sıra metodun öğretilmesini de içerdiğini savunmakta ve bütün bunların öğretmenin öğrencilere bir şeyler anlatmadan nasıl başarılabileceğinin bu yaklaşımın çıkmazı olduğunu ileri sürmektedir [51].

Bu aşamada; yapılandırmacı öğrenme kuramını temele alan ve eğitimde yaygın olarak kullanılan iki yapılandırmacı öğrenme kuramı hakkında bilgi verilecektir. Bu kuramlar; J. Piaget'nin Bilişsel Yapılandırmacılık kuramı ve L.S. Vygotsky'nin Sosyo-kültürel Yapılandırmacılık kuramıdır.

2.1.3.1 Bilişsel Yapılandırmacılık: J.Piaget

Piaget bilginin doğasını açıklamak için üç farklı terim kullanmaktadır. Bu terimler; amaca ulaşmak veya bir problemi çözmek için tekrar tekrar kullanılan süreçleri ya da hareketleri ifade eden “*şemalar*”, şemalardan farklı olarak hedef yönelimli süreçler içermeyen ve olabildiğince anlamaya yardımcı olan “*kavramlar*” ile bilginin ve fikirlerin organize edilmiş şeklini ifade eden “*yapılar*”dır [52].

Piaget'e göre bilişsel gelişim, çevre ile etkileşimimiz sayesinde sürekli gelişen, değişen ve davranışlarımıza yön veren şemalar ya da zihinsel yapılar yoluyla ilerler. Piaget, öğrenmeyi özümleme ve düzenleme kavramları ile açıklamaktadır. Yeni bilgi bireyin önbilgileri ile çelişmiyorsa özümsebilir ve yeni bir bilişsel denge oluşur. Eğer yeni bilgi önbilgi ile çelişiyorsa; yeni bilgi varolan yapıya özümsemediği için dengesizlik yaşanır. Birey bu dengesizlikten kurtulmak için bir çaba içine girer ve bunun sonucunda yeni bir bilişsel yapı oluşturur. Özümleme, zihindeki yaşantıları dönüştürmeyi içerir. Düzenleme ise yeni yaşantılar için zihni değiştirmeyi gerektirir [53, 54; Aktaran 41].

Piaget, özümleme ve düzenlemenin birbirine zıt çalıştığını düşünmektedir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre bir şeyi özümlediğimizde zihnimizin “Fikirlerimin var olan yapısı ve doğruluğu iyi. Bu yeni bilgi için boşluk bul.” biçiminde, düzenlediğimizde ise “Fikirlerimin var olan yapısı iyi değil. Bilgileri

yeniden yapılandır ve yeni bir alan yarat.” biçiminde çalıştığı düşünülmektedir. Özümleme ve düzenleme süreçlerinin sonunda yeniden kurulan denge, bilişsel gelişimin daha yüksek bir seviyeye ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Denge, özümleme ve düzenleme süreçleri yardımıyla “çevrenin ihtiyaçları ile bilişsel yapıları örtüştürmek” olarak tanımlanabilir [52].

Piaget, insan zekâsının biyolojik adaptasyona benzer bir şekilde bir fonksiyon göstereceği teorisi üzerinde durmuştur. Zekâ yeni bilginin zihinde mevcut bilgiye eklenmesinde rol oynar. Öğrenme sürecinde zihin her zaman aktif ve organize haldedir [34].

Piaget'nin kuramının öğrenme sürecine yönelik çıkarımları ise aşağıda sunulduğu gibi sıralanabilir [55, 56; Aktaran 52].

- Eğitim programlarını düzenlerken her bir gelişim seviyesindeki düşünmenin kendine özgü nitelikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Çocukların bilişsel gelişim düzeyi dikkate alınmalı, onların gelişimsel olarak yapamayacağı beklentiler oluşturulmamalıdır.

- Zihinsel yapıların yaratılması için öğrenenlerin öncelikle hareket şemalarını içselleştirmeleri gereklidir. Öğrenenlerin hedefe ulaşmalarını sağlayan eylemlerini sürekli uygulamaları için olanaklar yaratılmalıdır.

- Öğrenenlere; sonraki fikirlerin öncüsü olarak hizmet edebilecek yardımcı ya da rehber fikirler, onların var olan anlamlarıyla çelişen deneyimler ve kavrayıp uygulayabilecekleri alternatif yaşantılar sunularak düşüncelerinde gelişim sağlanmalıdır.

- Öğrenenlerin yeni şema oluşturmaları yanında var olan şemalarını geliştirmeleri için özümleme ve düzenleme arasında denge kurulmalıdır.

- Çocukların doğuştan getirdikleri bilimsel özelliği yansıtmalarına yardımcı olunmalı, bunun için doğal merakın açığa çıkışı teşvik edilmelidir.

- Yanlılara ve nedenlerine karşı duyarlı olunmalı, yanlışı vurgulamak yerine fikrin altında yatan nedenler araştırılmalıdır.

- Yeni bilişsel yapıların eskilerinin üzerine kurulduğu düşünülerek öğrenme süreçlerinde öğrenenlerin ön bilgileri dikkate alınmalıdır.

Piaget; öğrencinin belli evrelerden geçerek öğrenebileceğini, bu evrelerin öğrencilerin zihinsel gelişimi ile ilişkili olduğunu, öğrenme sürecinde yalnızca kavramların değil, zihinsel kategorilerin de rol oynadığını ve eğitimde deneyimin rolünü vurgulamıştır. Piaget'in bu kuramı, yapılandırmacılık kuramına dayalı çalışmalara öncülük etmiştir. Ancak kuram; öğrenme sürecinde sosyal çevrenin önemine yeterince yer vermemesi nedeniyle, sosyal yapılandırmacılık kuramının savunucuları tarafından eleştiriye uğramıştır.

2.1.3.2 Sosyo-kültürel Yapılandırmacılık : L.S.Vygotsky

Vygotsky, bilişsel gelişimin zihinsel aşamaları yerine öğrenmenin sosyal yönüne odaklanmıştır. Vygotsky'nin bir makalesinde Piaget'in yaklaşımına getirdiği eleştiri şu şekildedir [57].

“Okul çağı çocuklarının düşünme gelişimine ilişkin deneysel incelemelerde; tündengimsel çıkarım ve anlama, dünya hakkındaki fikirlerin evrimselleşmesi, fiziksel nedenselliğin yorumlanması, düşüncenin mantıksal biçimlerinin ve soyut mantığın tam olarak öğrenilmesi gibi süreçlerin, okul öğrenmesinin hiçbir etkisi olmaksızın gerçekleştikleri varsayılmıştır. Bu tür yaklaşımların bir örneği, Piaget'in karmaşık ve ilginç kuramsal ilkelerinde görülebilir.”

Piaget'in aksine Vygotsky, kendi başına ne tür entellektüel görevler başarabileceğini göstermek bakımından çok “durağan” (ve IQ ile ilgili) olduğu için çocuğun içinde bulunabileceği gelişim evresini çok fazla önemsememiştir. Vygotsky, öğrenmenin sosyal bir ortamda gerçekleştiği ve bu nedenle; çocuğun yaşça büyük arkadaşları ile yetişkinlerin rehberliğinde neler başarabileceği ve öğrenenin sahip olduğu öğrenme potansiyeli gibi konularla daha fazla ilgilenmiştir [42].

Vygotsky bilişsel gelişimi harekete geçirme yolları olarak; “içselleştirme”, “yakınsal gelişim alanı” ve “destekleyici” kavramlarından yararlanmıştır. İçselleştirme kavramını; sosyal ortamdaki bilginin birey tarafından alınması ve kullanılması olarak tanımlamıştır. Bu süreç bireyler arasından bireyesele doğru ilerlemektedir. Yakınsal gelişim alanı kavramını ise yetişkinlerin öğrenen bireylere uyguladıkları yardım süreci olarak ifade etmiştir. Sosyal etkileşim sürecini bu kavram çerçevesinde açıklamaktadır. Yakınsal gelişim alanını; bireyin bağımsız

olarak ulaşabileceği performans düzeyi ile bir uzmanın rehberliğinde ulaşabileceği performans düzeyi arasındaki aralık olarak değerlendirmektedir. Bilişsel gelişime yönelik olarak kullandığı bir başka kavram ise destekleyici (scaffolding) kavramıdır. Bu kavram ile bireye sosyal çevre (aile, arkadaş vb.) tarafından ortam aracılığıyla sağlanan yardım ve desteği betimlemektedir. Bu aşamada sağlanan destek; bireylerin sosyal ve duygusal ihtiyaçlarının karşılanmasına ve bilişsel yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır [52].

Vygotsky'e göre sosyal yaşantılar, düşünmeyi ve dünyayı yorumlama yollarını şekillendirmektedir. Bireysel biliş (iç dünya) sosyal bağlamda ortaya çıkmaktadır. Grup, üst düzey zihinsel öğrenme için oldukça önemli bir öğrenme yolu olarak değerlendirilmektedir. Çünkü, grupta bilgiyi birlikte yapılandıran ve bu etkinliği genelde dil yoluyla transfer eden daha bilgili akranlar ve yetişkinler bulunmaktadır [52].

Vygotsky'nin kuramının öğrenme sürecine yönelik çıkarımları ise aşağıda sunulduğu gibi sıralanabilir [55, 56, 58; Aktaran 52].

- Çocukların dışsal diyalogları *içselleştirerek* öğrendikleri dikkate alınmalıdır. Çocuklar çevrelerini gözleyerek daha iyi öğrenirler ve eleştirel düşünebilirler. Bu süreçte öğretmen ve diğer öğrenenler model olmalıdır.

- Öğretmenler, çocukların kendi kendilerine ilerlemelerine yardım etmek için onlara rehberlik eden *destekleyiciler* olarak davranmalıdır.

- Öğretim, çocuğun o anki bilgi seviyesinden her zaman ileri düzeyde olmalıdır. Öğretmenler çocuğun *yakınsal gelişim alanı* içinde öğretim süreçleri tasarlamalıdır. Çocuklar kapasitelerinin üstünde işlem yapamadıklarından uygun bir rehberlikle çocukların bu alan içinde gelişmeleri sağlanabilir.

- Çocukların bir beceriyi *içselleştirebilmeleri* için öğretim dört aşamada ilerlemelidir. İlk aşamada, öğretmenler beceriye örnekler vermeli ve ne yaptıklarına ve niçin yaptıklarına ilişkin sözel açıklamalar getirmelidirler. İkinci aşamada öğrenenler, öğretmen ne yaptıysa onu *taklit* etmeye çalışmalıdırlar. Üçüncü aşamada, öğrenenler beceriler üzerinde daha fazla hakimiyet sağladıkça, öğretmenler yavaş yavaş geriye çekilmelidirler. Son olarak da öğrenenler beceriyi *içselleştirmek* için yeterince uygulama yapmalı ve uzman davranışları sergilemelidirler.

- Öğrenenler içsel kavramların daha doğru ve genel olması için bilimsel kavramlar ile yüz yüze getirilmelidir.

- Dil ve düşünce birbirleriyle yakından ilişkili olduğundan düşüncenin gelişimi için dil becerilerinin gelişmesine yardımcı olunmalıdır. Çocukların dil becerilerinin gelişimine yardımcı olarak onların düşünceleri de geliştirilebilir.

Hem bilişsel hem de sosyo-kültürel yapılandırmacılık sosyal etkileşimde özneler arasının önemini vurgulamakta; ancak özneler arasının yeri konusunda farklılıklar içermektedirler. Vygotsky'e göre sosyal etkileşim ortak sorun çözme sırasında eşler arasında oluşur. Piaget ise sosyal etkileşimin bireylerin birbirinin fikirleriyle, bağımsız ve eşit biçimde çalıştıkları sırada gerçekleştiğini ifade etmektedir. Vygotsky'nin kuramında en etkili sosyal etkileşim modeli daha becerikli bir eşin rehberliğinde ortaklaşa sorun çözme etkinliğidir. Piaget'in kuramında ise alternatif bakış açılarını karşılıklı olarak değerlendirerek birbirlerinin fikirlerini anlamaya çalışan eşit durumdaki bireyler arasındaki işbirliği, en etkili sosyal etkileşim olarak ortaya çıkmaktadır [52].

2.2 Yapılandırmacı Kuramın Öğrenme Sürecine Yönelik Uygulamaları

Yapılandırmacı öğrenme sürecinde öğrenmenin nasıl gerçekleştiği önem kazanmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğrenme çevresinin niteliklerinin belirlenmesi, öğrenci ve öğretmenin bu aşamadaki rollerinin tanımlanması ve bu doğrultuda kavramsal değişimin gerçekleşebileceği bir öğretim ortamının düzenlenmesi öğrenme sürecinin yapılandırılmasında öncelikli olarak ele alınması gereken konulardır.

2.2.1 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğrenme Süreci

Yapılandırmacı kurama göre öğrenme, öğrencinin duyu organları aracılığıyla dış dünyadan algıladığı belirli bir nesne, olay, olgu ya da kavrama ilişkin zihninde kendi gerçeğini (bilgilerini) yapılandırması ya da en azından önceki deneyimlerine dayalı olarak gerçeği yorumlaması sürecidir [4].

Yapılandırmacılara göre öğrenilen şey ne olursa olsun, yapılandırmacı süreçler çalışmakta ve öğrenenler tatmin edici bir yapıya ulaşana kadar aday zihinsel yapılar oluşturulmakta, anlamlandırılmakta ve test etmektedir. Daha sonra yeni, özellikle çelişkili yaşantılar bu yapılarda merakla yol açmakta, böylece bireyler yeni bilgiyi anlamlandırmak için yeniden yapılandırmak zorunda kalmaktadırlar [59].

Öğrenmenin gerçekleşmesine yardımcı olan bu süreç farklı aşamalardan oluşmaktadır. [51, 60].

- *Özümleme:* Özümleme; yeni bilgilere ulaşmada mevcut bilgilerden yararlanmayı ifade etmektedir. Bir başka deyişle özümleme; yeni kavramın eski kavramlar ile hiçbir çelişkiye meydan vermeden bütünleşmesi anlamına gelmektedir. Bireyin yeni kazandığı bilgiler önceden sahip oldukları ile çelişmiyorsa birey bu yeni bilgileri kolayca kabullenebilir (benimser).

- *Düzenleme:* Öğrencilerin mevcut bilişsel yapıları bazı durumlarda yeni kavramı anlamlandırmakta yetersiz kalabilir. Yeni bilgi öğrencinin mevcut bilişsel yapısı ile uyum sağlamayabilir. Böyle durumlarda öğrenci mevcut bilişsel yapısını kazandığı deneyimler doğrultusunda değiştirebilir veya yeniden düzenleyebilir.

Temel olarak bilginin öğrenenin zihninde yapılandırıldığını savunan yapılandırmacı kuramın öğrenme felsefesi beş basamakta ifade edilmektedir [51, 52].

- Öğrenme zihinsel bir süreçtir. Bilginin yapılanması zihinsel işlemleri gerektirir. Bu teoride materyal veya bilgi öğrenene doğrudan verilmez. Bilgiler anlamlı bir şekilde öğrenilir.

- Öğrencilerin önceki bilgi birikimi öğrenmeyi etkiler. Öğrenciye yeni bilgi onun önceki bilgi birikimi ile ilişkilendirilerek verilmelidir. Öğrenenlerin zihninde yeni bilgilerin öğretilmesine engel olabilecek çeşitli kavram yanılgıları bulunabilir. Öğrencilerin bu kavram yanılgıları bilimsel olarak kabul edilebilir bilgilerle değiştirilerek öğretim işlemi gerçekleştirilmelidir.

- Öğrencilerin mevcut bilgilerinin yanlış ya da tatmin edici düzeyde olmadığını onlara ispatlanması öğrenme sürecine katkı sağlayacaktır. Bu aşamada; özgün öğrenme görevleri tasarlanarak, gerçek yaşamın karmaşıklığını yansıtacak öğrenme ortamları oluşturulabilir.

- Öğrenme aynı zamanda sosyal bir süreç olduğundan, öğrenme-öğretme süreçleri sosyal etkileşimi destekleyecek nitelikte düzenlenebilir. Öğrenme kaynakları olarak materyaller ve diğer bireyler ile etkileşim özendirilerek bunları sağlayacak yaşantılara öğrenme sürecinde yer verilebilir.

Bu bilgiler ışığında öğretimi; öğrencinin bilgiyi yapılandırmasına yardımcı olan bir süreç olarak tanımlamak doğru olacaktır. Önemli olan; bilgi aktarımı değil, öğretim yardımıyla bireyin bilgiyi yapılandırabilmesidir. Deryakulu'nun (2001) da ifade ettiği gibi; yapılandırmacı öğretim uygulamalarının tasarlanmasında öğretmenlerin neyi, nasıl öğreteceklerinden çok, öğrencilerin hangi koşullarda daha iyi öğrenebilecekleri üzerinde durulmaktadır [44].

Kavramsal değişime hizmet eden, öğrenenin var olan bilgisini yeni kazandığı tecrübeleri anlamlı hale getirmek için kullanabilmesine yardımcı olan bir öğretimin gerçekleşebilmesi için; yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme çevrelerinin geliştirmesi sürecinde öğretmen ve öğrencilerin rollerinin açık bir şekilde belirlenmesi de önem taşımaktadır.

2.2.2 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğretmenin Rollerini

Yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretimin uygulanabilmesi için öğretmenlerin bazı niteliklere sahip olması gerekir. Yapılandırmacı öğretmen; bireye uygun etkinlikler yaratma, öğrenenlerin hem birbirleri ile hem de kendisi ile iletişim kurmalarını cesaretlendirme, işbirliğini teşvik etme, öğrenenlerin fikir ve sorularını açıkça ifade edecekleri ortamları oluşturma gibi rolleri yerine getirmek durumundadır. Öğretmen, öğrenenlerin bireysel farklılıklarına uygun seçenekler sunar, yönergeler verir, her öğrenenin kendi kararını kendisinin oluşturmasına yardımcı olur. Bu noktada öğretmen yol gösterici ve rehberdir. Öğretmenler, problemi öğrenenler için çözmek yerine öğrencinin çözümlenmesi için ortam hazırlarlar [61].

Öğretmenler yapılandırmacı öğretim ortamlarını bireylerin çevreleriyle daha fazla etkileşimde bulunmalarına, dolayısıyla zengin öğrenme yaşantıları geçirmelerine olanak sağlayacak şekilde düzenlemelidirler. Bu tür ortamlar sayesinde bireyler, zihinlerinde daha önce yapılandırdıkları bilgilerin doğruluğunu sına-

yanlışlarını düzeltme ve hatta önceki bilgilerinden vazgeçerek yerine yenilerini koyma fırsatı elde etmektedirler [62].

Öğretmenler tarafından; öğrencilerin daha önceki yaşantıları yardımıyla yapılandırdıkları bilgileri zihinsel süreçler yardımıyla yeniden değerlendirebilmeleri için, kavramsal çatışmalara yol açacak günlük yaşamla ilişkili öğrenme görevleri oluşturulabilir. Kavramsal değişim sürecinde; öğrencilerin farklı fikirlerin de ayırımına varabilmeleri için sorgulayıcı bir tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin etkileşimine fırsat verilebilir.

Brooks ve Brooks; öğretmenlerin yapılandırmacı kurama dayalı bir öğrenme çevresi oluşturma sürecinde dikkate alması gereken ilkeleri şu şekilde ifade etmiştir [48; Aktaran 45].

- Öğrenci özerkliğini ve girişimlerini destekleyiniz.
- Öğretimde çeşitli ortam ve materyallerin yanı sıra ham verileri ve birincil bilgi kaynaklarını kullanınız.
- Bir öğrenme görevini yapılandırırken; "belirlemek", "karşılaştırmak", "sınıflamak", "çözümlemek", "oluşturmak" gibi üst düzey bilişsel etkinlikleri gerektiren görevlere ağırlık veriniz.
- Bir öğrenme görevini oluştururken, görevin gerçek yaşamda karşılaşılan düzeyde karmaşık olmasına dikkat ediniz.
- Bir öğrenme görevi oluştururken, görevi doğrudan parçalara ayırmak yerine öncelikle bütüncül olarak tasarımlayınız.
- Öğrenci tepkilerine göre dersi yönlendiriniz, gerekli olduğunda öğretim stratejilerini ve içeriğini değiştiriniz.
- Öğrenilecek konuyla ilgili görüşlerinizi öğrencilerle paylaşmadan önce, öğrencilerin konuya ilişkin görüşlerinin ve bakış açılarının ne olduğunu belirleyiniz.
- Öğretimin başında öğrencilerin konuyla ilgili görüşlerine karşıt nitelikte öğrenme deneyimlerini de sunarak olabildiğince farklı açılardan düşünmelerini ve tartışmalarını sağlayınız.
- Öğrencilerin ilgilerini çekecek sorunlar ortaya atınız.

- Öğrencilerin sizinle ve diğer öğrencilerle olan iletişimini destekleyiniz.
- Öğrencileri kendi arkadaşlarına sorular sormaya özendiriniz.
- Öğrencilere açık uçlu, düşündürücü, anlamlı ve derinliği olan sorular sorarak onların konuyu araştırmalarını sağlayınız.
- Öğrencilere bir soru yönelttiğinizde, olası bir yanıt üzerinde düşünmeleri için yeterince bekleme süresi tanıyınız.
- Öğrencilere, sunulan bilgiler arasında ilişki kurabilmeleri ve çeşitli görüşleri birbirleriyle karşılaştırabilmeleri için zaman veriniz.
- Öğretim sırasında Öğrenme Sarmalı Modelini (keşfetme, kavramı tanıma, uygulama) kullanarak öğrencilerin doğal merakını besleyiniz.
- Değerlendirme sürecinde; öğrencilerin ezberleme yeteneklerine dayalı olarak belirli bir konuya ilişkin ne bildikleri üzerine değil, daha çok performans ve düşünme süreçleri üzerine odaklanınız. Ölçüt-dayanaklı; yani neyin başarılı olarak kabul edileceğini önceden belirleyen ve tek doğrulu sınavlardan çok, gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarını kullanınız. Değerlendirme etkinliklerini öğretimin belli aşamalarında değil tüm öğretim boyunca uygulayınız.

Yapılandırmacı öğretmenin görevi; öğrencilerin bilgiyi yeniden yapılandırmalarına ve içerikten bağımsız bir kavramsal değişimi gerçekleştirebilmelerine yardımcı olmak ve uygulama sürecinde yönlendirici rehberlik yapmaktır. Selley'in (1999) de ifade ettiği gibi yapılandırmacı öğretmen; açık fikirli, çağdaş, kendini yenileyebilen, bireysel farklılıkları dikkate alabilen ve alanında çok iyi olmanın yanında, bilgiyi aktaran değil uygun öğrenme yaşantıları sağlayan ve öğrenenlerle birlikte öğrenen olmalıdır. Bu süreçte öğrenme sorumluluğu ise etkinlikler içerisinde aktif olarak yer alan ve kendi deneyimleri doğrultusunda kendi öğrenmelerini gerçekleştiren öğrencidedir [63].

2.2.3 Yapılandırmacı Sınıflarda Öğrencinin Roller

Yapılandırmacı öğrenme; öğrenenin kendi yetenekleri, güdülleri, inançları, tutumu ve tecrübelerinden edindikleri ile oluşan bir karar verme sürecidir. Birey öğrenme sürecinde seçici, yapıcı ve etkindir [64]. Yapılandırma sürecinde birey,

zihninde bilgiyle ilgili anlam oluşturmaya ve oluşturduğu anlamı kendisine mal etmeye çalışır. Bir başka deyişle, bireyler öğrenmeyi kendilerine sunulan biçimiyle değil, zihinlerinde yapılandırdukları biçimiyle oluştururlar [62].

Öğrenme sürecinde bilgi; “araştıran, keşfeden ve sorgulayan” öğrenciler tarafından, kazanmış oldukları deneyimler yardımıyla yapılandırılır. Bu aşamada öğrenciler, yapılandırmacı kurama dayalı olarak oluşturulan ve gerçek durumlara dayalı etkinlikler ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında aktif olarak yer alırlar. Mevcut bilgi ve deneyimlerinden yararlanarak öğretmen ve diğer öğrenciler ile sorgulayıcı tartışmalara girer ve yeni bilgiler üretirler.

Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenciler bilgiyi hazır olarak almayı bekleyen birer birey olmaktan çıkıp, bilgiyi kendisi edinen ve kendine göre yeni bir biçim kazandırmaya çalışan bireyler haline gelmiştir. Bu öğretim yaklaşımının temel edindiği felsefelerden birisi öğrenme işleminde öğrencinin sorumluluk üstlenmesidir. Yapılandırmacı öğrenmede daha çok öğrenci üzerinde odaklanılır. Öğrenci obje ve olaylarla etkileşime girer ve olayların özelliklerine yönelik anlama yeteneği geliştirir. Bu şekilde kendi bilgisini kuran öğrenci, yapılandırmacı bir öğrenmenin sonucu olarak karşılaştığı problemleri çözebilir [65].

Yapılandırmacı öğretimde birey kendi öğrenmesinden sorumludur. Bireyler bilginin yapılandırılması ve geliştirilmesi sürecinde etkin olmalı, öğrenmek istediği konular üzerinde bireysel veya grup çalışmaları yaparak öğretimi gerçekteştirmelidir. Öğrencilerin bilgiye ulaşacakları yer sadece sınıf ortamı olmamalıdır. Öğrenciler; teknolojik gelişmelerden yararlanarak birinci elden bilgilere ulaşmalı, sınıf ortamına bu bilgileri taşımalı ve arkadaşları ile paylaşarak arkadaşlarının da bu bilgilerle etkileşime girmelerini sağlamalıdır [66].

Mücadeleci, meraklı, girişimci ve sabırlı olmak, yapılandırmacı sınıflarda öğrenenlerin sahip olması gereken kişisel özelliklerdir. Öğrenenler bilgiyi araştırıp keşfederek, yaratarak, yorumlayarak ve çevre ile etkileşim kurarak yapılandırır. Böylece, içerik ve süreci aynı zamanda öğrenirler. Yapılandırıcı öğrenme ortamlarında sorumluluğunu yerine getiren bireylerin kendini ifade etme, iletişim

kurma, eleştirel gözle bakma, plan yapma ve öğrendiklerini yaşamda kullanma gibi özelliklere sahip olması beklenir [21].

Sonuç olarak yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme ortamlarında öğrenciler; ilgi çekici ve günlük yaşama ilişkin problemlerle etkin olarak uğraşmalı, hem kendi aralarında hem de öğretmenleriyle tartışabilmeli, etkin ve sorgulayıcı bir tutum benimsemelidirler. Derinlemesine düşünceleri için kendilerine yeterli zaman tanınmalı, oluşturdukları bilgiyi sınama ve değerlendirme fırsatları sağlanmalıdır. Gerek öğretmen, gerekse öğrenciler üretilen yapılar hakkında ciddiyetle ve derinlemesine düşünmelidirler [67].

2.2.4 Fen Öğretiminde Yapılandırmacı Kuram

Fen öğretiminde fikir yürütebilme kabiliyetinin iyi olabilmesi; büyük oranda alana özgü bilginin yapılandırılabilmesi ile mümkün olmaktadır. Yapılandırmacı kuram bireyin kendi bilgilerini ancak kendisinin oluşturduğunu savunduğu için, bu kurama dayanan fen öğretiminde bilimsel bilgi öğrencilere doğrudan aktarılmamakta, uygun ortamlar sağlanarak öğrencilerin bilim adamı gibi çalışıp bilimsel bilgileri kendileri keşfederek ve arkadaşlarıyla tartışarak yapılandırmalarına yardımcı olmaktadır [68].

Yapılandırmacı kuramın fen derslerinde kullanılmasına yönelik gerçekleştirilen çeşitli araştırmalarda; öğrencilerin yorum yapma, öğrendiklerini başka alanlara uygulama gibi yeteneklerinin geliştiği, öğrenmeye aktif olarak katıldıkları, öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdikleri yönünde sonuçlar elde edilmiştir [69, 70, 71].

Yapılandırmacı kuramın fen öğretim sürecindeki eksikliklerine yönelik görüşler de bulunmaktadır. Millar (1989), yapılandırmacı kuramın kavramsal değişimi sağlayabilme sürecinde bazı fen konuları düzeyinde verimli olabildiğini, ancak mikro düzeyde sağlanan bu gelişimin fen konularının tümüne yansıtılmadığını ifade etmektedir. O'na göre kuram, öğrenme sürecinin planlanması ve ders programlarının hazırlanması aşamalarında yararlı olabilmektedir [72].

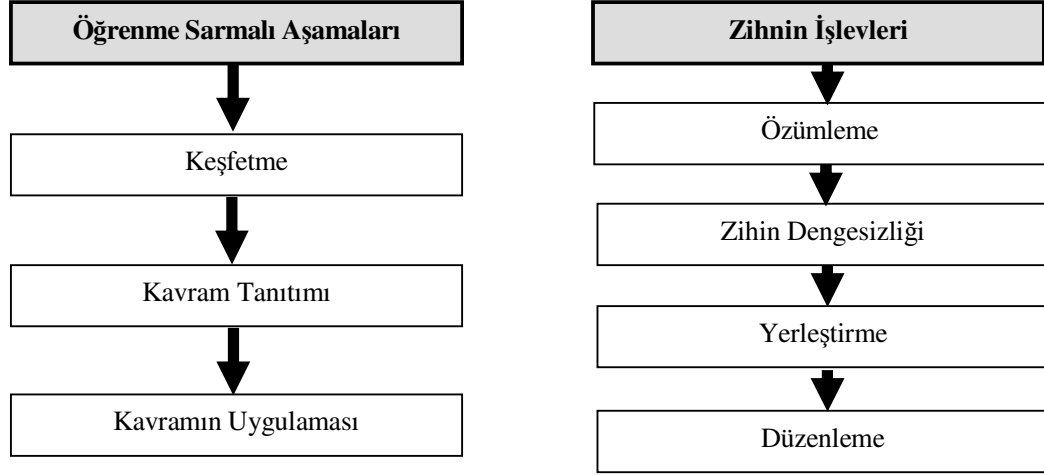
Öğrencilerin önceki bilgilerine değer veren ve öğretim sürecinde farklı etkinliklerin içinde yer alarak bilgiyi yapılandırmalarına imkân sağlayan yapılandırmacı kuramın; soyut fen kavramlarının anlaşılması ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi aşamasında etkin ve verimli olacağı düşünülmektedir. Bu süreçte; öğrencilerin sorumluluk almasını, gerçekleştirdiği etkinliklerden elde ettiği deneyimler ve fikirler yardımıyla bilgiyi keşfederek yorumlayabilmesini, sorgulayıcı bir ortam içerisinde diğer öğrenciler ve öğretmen ile etkileşim içinde öğrenmenin gerçekleştirebilmesini sağlayan yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme çevrelerinin tasarlanması önem taşımaktadır. Sequira ve arkadaşları [73] da fen öğretmenlerinin öğretimi yapılandırmacı bir açıdan gerçekleştirmesi gerektiğini ifade etmekte, bu süreçte öğrencilerin kavramsal anlamalarını dikkate alan öğretim yöntemlerinin kullanılmasını önermektedirler.

2.3 Öğrenme Sarmalı Modeli

Bu bölümde; yapılandırmacılık kuramına dayalı, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına fırsat veren ve fen bilimlerine ait öğretim yöntemlerinin uygulanmasında elverişli olan Öğrenme Sarmalı (The Learning Cycle) Modeli hakkında bilgi verilecektir. Karplus ve arkadaşları tarafından [25] yıllar süren deneyimler ve çalışmalar sonucu geliştirilen Öğrenme Sarmalı Modelinin sınıf ortamındaki uygulaması; “keşfetme, kavram tanıtımı ve kavram uygulaması” olarak ifade edilen üç farklı aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar Piaget’ nin zihnin işlevleri modeline uygun olarak yapılandırılmıştır.

Piaget’in öğrenme teorisinin aşamaları ile öğrenme sarmalı modelinin aşamaları arasındaki ilişki Şekil 2.1’de açıklanmaktadır.

- “*Keşfetme*” aşamasında, öğrenciler ihtiyacı olan bilgiyi oluşturmak için merak ederek araştırma yaparlar ve araştırma boyunca topladıkları bilgilerle kavramları inceleyerek öğretim ortamındaki görevleri gerçekleştirmeye uğraşırlar. [24]. Bu aşamada, Piaget’in teorisindeki özümleme aşamasına uygun olarak yeni gelen bilgi birey tarafından tanınır ve özümленir. Özümleme sürecini gerçekleştiremeyen öğrencilerde, keşfetme sürecinde ortaya çıkan “zihin dengesizliği” öğrencileri düzenleme sürecine hazırlar [74].



Şekil 2.1. Öğrenme Sarmalı ve Piaget'nin Zihnin İşlevleri Modeli [75].

- “*Kavramların Tanıtımı*” aşamasında öğrenciler öğretmenin rehberliğinde kendi bilgilerini organize eder, deney sonuçlarını açıklar ve kavramları eşleştirir. Bu aşamada öğrencinin mantıksal çerçevesine bağlı olarak özümleme ya da düzenleme olur. Eğer öğrenci kavramla ilgili düşüncesini yeniden yapılandırırsa düzenleme olur. Fakat sadece mantıksal çerçevesine bilgi eklerse özümleme gerçekleşir [76]. Öğrencilerin bilgileri paylaşması ve tartışması öğrenme sarmalı modelinin çok önemli bir bölümüdür. Öğretmen öğrenciye kavramların gelişiminde ipucu verecek sorularla rehberlik eder. Sınıf tartışması, düşünülen kavramların ortaya çıkarılması için öğrenciye yol göstermektir. Öğrenciler araştırma aşamasında topladıkları bilgilerle problemin kökenini, yeni kavramlara neden ihtiyaç olduğunu öğrenirler ve deneyim sahibi olurlar. Fakat bilgilerin yorumlanması ve tartışılması kavramları tanımlama aşamasında olur, tanımlama aşaması öğrencilerin kavramları yerine koymasını sağlar. Bu aşama boyunca öğrenciler aktif bir biçimde bilgiler üzerinde çalışırken analiz, sentez, ayrıştırma, karşılaştırma, değerlendirme, sonuca varma gibi süreç becerilerini kullanırlar. Bu aşama; Piaget'in teorisindeki yerleştirme aşamasına uygun bir şekilde, öğrencilerin özümleme aşamasında edindikleri verileri ve algıladıkları problemleri, zihinlerinde çözebilmelerini ve kavramları yerleştirmelerini sağlar [24].

- “*Kavramın Uygulaması*” aşamasında öğrenciler, öğrendikleri kavramı yeni ve farklı durumlara uygularlar, öğrendiklerini anlamlandırıp pekiştirirler. Bu aşama, öğrenilen kavramın anlamını güçlendirmek için oldukça önemlidir. Öğrenciler, yeni

kavramları diğer örneklerle uygulama aşamasında; “örnekleri başka yerlerde arama”, “soyutlama” ve “genelleme” tekniklerinden yararlanırlar [77]. Kavramın uygulaması aşamasında, öğretmen farklı içerikteki kavramların kullanılmasını kolaylaştırır. Bu uygulama günlük tecrübeleri kullanarak öğrencilerin anlama ve hatırdı kalma sürelerini uzatmalarına ve genişletmelerine yardımcı olur. Uygulama aşaması faaliyetleri boyunca öğrenci, öğrendiği kavramları yeni durumlara uygulayarak kavramlar arasında ilişkiler kurması için teşvik edilir. Bu aşama Piaget’in teorisindeki düzenleme aşamasına karşılık gelir. Düzenleme aşamasında birey, öğrenilen bilgiyi mevcut bilgisiyle uyumlu hale getirecek bağlantıları kurar [24].

Öğrenme Sarmalı Modeline ait aşamaların sınıf ortamındaki uygulamaları ise aşağıda sunulmuştur.

- *Keşfetme Aşaması:* Bu aşama öğrencilerin kendilerine öğretilmek istenen kavramlarla ilgili olarak yeni bir öğrenme ortamında kendi çabaları, tepkileri ve aksiyonları ile deneyim kazandıkları aşamadır. Öğrenciler öğrenme ortamında yeni karşılaştıkları araç-gereçleri ve diğer materyalleri öğretmenin veya başka kişilerin yardımını olmadan incelerler ve onlar hakkında deneyim kazanmaya çalışırlar. Bu inceleme aşamasında öğrenciler karşılaştıkları bazı kavramları önceki bilgilerine dayalı olarak açıklayabilirken, bazı kavramlara ilişkin olarak bir takım sorunlar veya karmaşık durumlar ile karşılaşabilirler. Öğrenci bu soruları sahip olduğu zihin yapısıyla açıklayamadığı için soruların cevabıyla ilgili olarak öğretmenin vereceği bilgilere ihtiyaç duyar, böylece öğrenme isteği uyanır ve öğrenmeye hazır hale gelmiş olur. Buna “bilgiyi almaya hazır hale gelme” denir [78]. Bu aşamada, öğrenciler öğrenilecek olan kavramla ilgili somut yaşantılar edinirler, gözlem yaparak veri toplarlar, cevabını bilmeden bunları değerlendirirler [79]. Model oluşturma, gözlem yapma, ölçme, deney yapma, yorumlama, veri toplama, tahminde bulunma gibi bilimsel süreçleri kullanırlar [80].

- *Kavram Tanıtımı Aşaması:* Bu aşamada öncelikle öğrenciye yeni kazandırılacak kavramla ilgili bir tanım verilerek öğrencinin bir önceki aşamada kazandığı bilgi ve deneyimleri yorumlaması, değerlendirmesi sağlanır. Kavramın tanımı öğretmen tarafından verilebileceği gibi; eğitici filmler, bilgisayar yazılımları, afiş ve posterler, modeller, kavram haritaları, örnek olaylar, kavram karikatürleri,

kitaplar, görsel ve basılı materyaller yardımıyla da verilebilir. Bu aşamada öğrenci kendisine verilen bilgileri kullanarak ilk aşamada karşılaştığı sorulara cevap bulur. Öğrencilerin inceleme ve veri toplama aşamasında elde ettikleri bilgilerin ve kazanımların yorumlanması, onlara anlam verilebilmesi için, kavram tanıtımı aşaması her zaman keşfetme aşamasını takip etmeli ve onunla ilişkilendirilmelidir. Aksi takdirde öğrencilerin öğrenme güçlükleri çekmesi söz konusu olabilir [81].

Bu aşama keşfetme aşamasındaki kadar öğrenci merkezli değildir. Bu aşamada keşfetme sürecindeki tüm bulgular gözden geçirilip özetlenmelidir. Kavramlar öğrencilerin kendi cümleleri ile açıklanmalıdır. Ayrıca, bu aşamada verilen kavramın neden önemli olduğuna ilişkin gerekçeler verilmelidir [78]. Öğrenciler bu aşamada; öğretmenin rehberliğinde kendi bilgilerini organize eder, deney sonuçlarını açıklar ve kavramları eleştirirler. Analiz, sentez, sınıflama, karşılaştırma, kıyaslama, değerlendirme ve veri kullanarak sonuç çıkarma süreç becerilerini kullanırlar [80].

- *Kavram Uygulama Aşaması:* Bu aşama öğrencilerin ilk iki aşamada öğrendikleri bilgileri ve kavramları yeni ve farklı durumlara uygulayarak pekiştirdikleri aşamadır. Bu aşamada öğrencilere farklı durumlarla ilgili sorular sorulur. Bu aşama; kendi kazandığı deneyimleri öğretmenin anlattıkları ile ilişkilendiremeyen, yani anlamlı öğrenme gerçekleştirmede güçlük çeken öğrenciler için oldukça yararlı olmaktadır [81]. Kavramları uygulama aşamasında; örnekleri başka yerde arama, soyutlama ve genelleme teknikleri kullanılarak yeni kavramları diğer örneklere uygulama konusunda öğrenciler teşvik edilir [77]. Bu aşamada öğrenciler, yeni durumlara kavramları uygularken deney yapma, gözleme, yorumlama, tahmin etme, ölçme ve model oluşturma süreç becerilerini kullanırlar [82]. Öğrenme Sarmalı modeline dayalı uygulamalarda; öğrenciler yeni terimleri ya da yeni düşünme tarzlarını diğer örneklere uygulayacaklardır. Uygulama önemlidir, çünkü öğrencilerin soyut kavramları diğer problemlere ya da yeni durumlara uygulaması, konuyu daha iyi öğrenmelerine yardımcı olur [27].

Öğrencilerin öğretim sürecine aktif olarak katılmasına, üst düzey bilimsel süreç becerilerini kullanabilmelerine ve edindikleri tecrübeler yardımıyla bilgiyi kendilerinin yapılandırmasına imkân sağlayan öğrenme sarmalı modeli; eğitimciler

tarafından öğretim süreçlerinde etkin olarak kullanılmış, gerçekleştirilen sınıf içi uygulamalar modelin gelişmesine fırsat sağlamıştır.

2.3.1 Öğrenme Sarmalı Modeline Dayalı Öğretim Aşamaları

Araştırmacılar tarafından öğrenme sarmalı modelinden yararlanarak farklı öğretim süreçleri tasarlanmıştır. Öğretim süreçlerine ait aşamaların yer aldığı çizelge Çizelge 2.1’de sunulmuştur.

Çizelge 2.1 Öğrenme Sarmalı Modelini Temele Alan Öğretim Aşamaları [83]

Aşama	Renner	Karplus	Driver	Nussbaum & Novick
1. Aşama	Deneyimler	Keşif	Buluş	Alternatif Çalışma Zamanları Ortaya Koymak
2. Aşama	Yorumlama	Açıklama	Sunum	Kavram Çelişkisi Oluşturmak
3. Aşama	Araştırma	Uygulama	Uygulama	Bilimsel Yerleşmeye Teşvik
Aşama	Erickson	Barnes	Rowell & Dawson	Osbourne & Cosgrove
1. Aşama	Becerinin ve El Çabukluğunun Tecrübe Edilmesi	Odaklama	Önceki Fikirleri Ortaya Çıkarmak	Başlangıç
2. Aşama	Beceri ve El Çabukluğuna İlişkin Bozukluklar	Araştırma	Yeni Bilgiyi Tanıtmak	Odaklanma
3. Aşama	Beceri ve El Çabukluğuna İlişkin Becerilerin Yeniden Yapılandırılması	Tekrar Organize Etmek	Fikirlerin Karşılaştırılması	Meydan Okuma
4. Aşama	-	Konu ile İlgili Gündem Oluşturmak	-	Uygulama
Aşama	Riverina & Murray	Hewson & Hewson	Lawson & Abraham	Driver & Oldham
1. Aşama	Basit Öğrenci Fikirlerini Ortaya Koymak	Tanı Koyma	Keşif	Yönlendirme ve Motivasyon
2. Aşama	Keşfetmeyi Sağlayacak Etnikler	Açıklama ve Karşılaştırma İçin Fırsat Oluşturmak	Kavramın Yapılandırılması	Fikirlerin Ortaya Çıkması
3. Aşama	Fikirlerin Düzenlenmesi ve Bağlantı Kurma	Yeni Fikirleri Pratik Etme	-	Oluşan Fikirleri Yeniden Gözden Geçirme
4. Aşama	Yeni Fikirlerin Pratiğini Yapma ve Uygulama	Fikri Uygulama	Genişletme	Uygulama ve Tekrar Etme

Karplus’un öğretim aşaması; keşif, açıklama ve uygulama süreçlerinden oluşmaktadır. Renner; fen öğretmenlerinin içerik (konu) hakkında öğrencilere

hâkimiyet kurarak bir yargıya varmalarını sağlamalarının gerekliliğini savunmakta, Driver ise öğretimin “Bir fikir ya da taslak, mevcut bilginin yerini alacak kadar güvenilir ve yeterli olmadıkça o bilgi reddedilmez” görüşüne dayalı olması gerektiğini öne sürmektedir.

Erickson, “becerinin ve el çabukluğuna ilişkin becerilerin; tecrübe etme, eksiklerinin belirlenmesi ve giderilmesi ve yeniden yapılandırılma” süreçleri yardımıyla geliştirilebileceğini, Nussbaum ve Novick ise “Yeni öğrenilen şeyin daha önce bulunan bilginin bilişsel anlamda yerini alması fen öğreniminin amacıdır. Öğrencinin fen kavramıyla ilgili kişisel bilgilerini saptamak ve bunu yeni bir bilimsel bakış açısıyla yenilemek önemlidir” görüşünü savunmaktadır.

Barnes; “Öğrenme sürecinde, öğrencilerin kendi bilgilerini ortaya koymaları önemli bir rol oynar. Öğretmenin kontrolünü azaltmak için, öğrenciler küçük gruplar halinde çalışmalıdır” görüşünü öne sürmektedir. Rowell ve Dawson; “öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması, yeni fikirlerin tanıtılması ve mevcut fikirlerin karşılaştırılması” aşamalarının öğretim sürecinde uygulanması gerektiğini savunmaktadır. Riverina ve Murray ise öğretim sürecinin; “Öğretmen öğrencilerin konuyla ilgili mevcut düşüncelerini belirler. Bu bilgilere dayalı olarak, öğrencilerin araştırması için etkinlikleri ve durumları seçer. Araştırma aşamasında öğrencinin yeni bilgiyi geliştirmesine yardımcı olacak bir temel sağlar. Öğrenciye konuyla ilgili yeni terimler ve semboller tanıtılır. Öğrenci yeni fikri düzenler, daha önceki bilgisiyle bağlantı kurar ve bu süreçte yeni bir mantıksal şema ortaya çıkar. Öğrenci yeni bilgiyi benzer durumlara uygular.” şeklinde yapılandırılması gerektiğini düşünmektedir.

Driver ve Oldham; “yönlendirme ve motivasyon, fikirlerin ortaya çıkışı, oluşan fikirlerin gözden geçirilmesi, uygulama ve tekrar etme” aşamalarından oluşan modelin, Hewson ve Hewson; “Fen öğrenimi öğrencinin bilimsel olmayan düşünce ve fikirlerin üstesinden gelmeye odaklanmalıdır” görüşüne dayanan modelin, Lewson ve Abraham ise “keşif, kavramın yapılandırılması ve genişletme” aşamalarından oluşan modelin öğretim sürecinde kullanılması gerektiğini savunmaktadırlar [83].

Cosgrove ve Osborne'un [84]; yapılandırmacı kurama dayalı ve kavramsal değişim teorisi ile uyumlu olan türetimci öğrenme modeli stratejisi ise öğretimin "başlangıç, odaklanma, meydan okuma ve uygulama" aşamalarından oluşması gerektiğini öne sürmektedir. Araştırmada; öğrencilerin kavramsal değişim sürecini desteklemesi ve anlamlı öğrenme sürecine olumlu katkı sağlaması nedeniyle kavramsal değişim sürecine yönelik öğretim stratejisi olarak "türetimci öğrenme modeli stratejisi" tercih edilmiştir.

2.3.2 Fen Öğretiminde Öğrenme Sarmalı Modeli

Öğrenme sarmalı modeli fen öğretimi sürecinde öğrencilerin; araştırma, açıklama, yorumlama aşamalarını içeren bir takım deneyimler yoluyla karışık doğa olaylarını derinlemesine anlamalarına yardımcı olmakta, birçok konuda kendi uygulamalarıyla fikirlerini zenginleştirmelerine ve bilgiyi tekrar yapılandırmalarına fırsat sağlamaktadır [85]. Aynı zamanda öğretim sürecinde öğrenme sarmalı modelinin kullanıldığı fen sınıflarında, öğrencilerin fen öğrenimine karşı olumlu tutum geliştirdiği, yüksek motivasyon kazandığı ve kavramları daha kolay yapılandırıldığı belirlenmiştir [86].

Fen eğitimi alanında yapılan birçok araştırma; öğrenme sarmalı modelinin öğrenme sürecine olan etkisini incelemiştir. Öğrenme sarmalı modeline yönelik olarak planlanan fen eğitimi uygulamaları sonucunda; modelin öğrencilerin konuları öğrenme başarısına olumlu etkide bulunduğu, öğrencilere bilimi tanıması ve bilimsel süreçleri uygulaması aşamasında yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır [86, 87]. Öğrenme sarmalı modeline dayalı öğretim yöntemlerinin; öğrencilerin bilişsel gelişimine, muhakeme kabiliyetine ve konuları öğrenme başarısına olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir [88, 89, 90, 91, 92, 93].

2.4 Öğrenme Sarmalı Modelinin Uygulama Süreci

Yapılandırmacı kurama dayalı, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına ve kalıcı öğrenmelerin ortaya çıkmasına fırsat veren, fen bilimlerine ait öğretim yöntemlerinin uygulanmasında elverişli olan 3 aşamalı öğrenme sarmalı modeli sonraki süreçte 4 aşamalı öğretim modeline temel oluşturmuştur.

Öğrenme sarmalı modeline dayalı 4 aşamalı öğretim modelinin aşamaları aşağıda sunulduğu şekilde yapılandırılmaktadır [94, 95].

- *Birinci aşama:* Bu aşamada öğrencilerin dikkatlerini kavram üzerine çekmek için bir tanıtım yapılır. Öğrenciler öğretim ortamına daha önceden edindikleri deneyimler, fikirler ve yanlış kavramalar ile gelirler. Öğretmenin görevi öğrencilerin ön bilgilerini, kavrama düzeylerini ve varsa yanlış kavramalarını ortaya çıkarmaktır. Böylece öğretim etkinliklerini öğrencilerin düzeyine göre hazırlaması olanaklı hale gelir.

- *İkinci aşama (odaklama aşaması):* Bu aşamada öğretilmek istenen kavramla ilgili öğrencilerin zengin öğrenme yaşantıları geçirmeleri için çaba gösterilir. Öğretmen öğrencilerin aktif olduğu (grup çalışması, sınıf tartışması, yeni araç-gereçlerle deneyim kazanma vb.) öğretim yöntemlerinden veya öğrencilerin dikkatini çekip onları konuya odaklayacak uygulamalardan (film izletme, slayt gösterisi, modeller kullandırma vb.) yararlanır.

- *Üçüncü aşama (mücadele aşaması):* Bu aşama öğrencilerin kavramlarla ilgili yeni öğrendiklerini ön bilgileriyle karşılaştırdıkları, sorguladıkları ve değiştirdikleri aşamadır. Öğretmen bu aşamada daha aktif hale gelir ve verilmek istenen kavram veya konu öğretmenin belirleyeceği yöntem kullanılarak verilir. Öğretmen sınıfın düzeyine göre açıklamalar yapar, öğrencilerin konuyla ilgili sorular sormalarına olanak sağlayarak konunun öğrencilerce tamamen anlaşılmasına yardımcı olur.

- *Dördüncü aşama (uygulama aşaması):* Bu aşama öğrencilerin yeni kazandıkları bilgileri farklı durumlara uyguladıkları aşamadır. Bunun sağlanması için öğrenim sürecinde; öğrencilerin kavramlarla ilgili değişik uygulamalar yapmalarına olanak sağlayan “problem çözme, kompozisyon yazma, günlük hayattaki olaylarla bağlantı kurma” gibi etkinlikler gerçekleştirilir. Ayrıca öğrencilere ilk aşamadaki yanlış kavramaları hatırlatılarak neler öğrendiklerinin farkına varmaları sağlanır. Bu aşamanın en önemli özelliği yeni kazanılan kavramların farklı uygulamalarla geliştirilmesinin amaçlanmasıdır.

İlerleyen süreçte 4 aşamalı öğretim modelini genişletilmesi 5E öğretim modelini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde 5E öğretim modeli genişletilerek 7E öğretim modeli oluşturulmuştur. 7E öğretim modelinde; 5E öğretim modelinin giriş (engage) aşaması teşvik etme (excite) olarak, değerlendirme (evaluate) aşaması ise

inceleme / sına (examine) aşaması olarak yeniden yapılandırılmıştır. Keşfetme (explore) ve açıklama (explain) aşamalarında herhangi bir değişikliğe gidilmemiştir. Derinleştirme (elaborate) aşaması; genişletme (expand), kapsamına alma (extend) ve değiştirme (exchange) adı altında 3 aşama olarak yeniden yapılandırılmıştır.

7E öğretim modelinin “genişletme, kapsamına alma ve değiştirme aşamaları” öğretim sürecinde edinilen bilgilerin tartışma ve etkinlikler yardımıyla farklı alanlara aktarılabilmesine yardımcı olmaktadır. 5E öğretim modelinin “genişletme - derinleştirme” aşaması da öğrencilerin öğrendiği kavramları diğer kavramlarla ilişkilendirebilmesine ve anladıklarını gerçek hayat ile ilişkili yeni durumlara uygulayabilmesine fırsat sağlamaktadır. Araştırmada öğretim sürecinin bütünlüğünü sağlayabilmek amacıyla; 7E öğretim modelinde yer alan “genişletme, kapsamına alma ve değiştirme” aşamalarını tek bir başlık (genişletme - derinleştirme) altında toplayabilen 5E öğretim modeli tercih edilmiştir. Bu nedenle çalışmada 5E Öğretim Modeli ayrı bir bölüm olarak ele alınmaktadır.

2.4.1 5E Öğretim Modeli ve Aşamaları

5E öğretim modeli; araştırma merakını artırıp, öğrenci beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için aktif bir araştırmaya odaklandıran beceri ve etkinlikleri içermektedir. Yapılan araştırmalar; 5E öğretim modelinin her aşamada öğrencileri etkinlik içine dahil ettiğini ve öğrencileri kendi kavramlarını oluşturmaları yönünde desteklediğini göstermektedir. [29].

Yapılandırmacı kurama ve öğrenme sarmalı modeline dayanan 5E öğretim modeli, BSCS (Biological Science Curriculum Study)'nin öncü isimlerinden Rodger Bybee tarafından geliştirilmiştir [28]. Öğretim modeli; giriş-katılım (engage), keşif (explore), açıklama (explain), genişletme-derinleştirme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) olmak üzere 5 farklı aşamadan oluşmaktadır.

2.4.1.1 Giriş – Katılım (Engage) Aşaması

5E öğretim modelinin giriş aşamasında, öğrencilerin konuya ilişkin ne düşündükleri belirlemek amaçlanmakta; öğrencilerin fikirlerini belirlemeye, düşüncelerini harekete geçirmeye ve önceki bilgilerine ulaşmaya yönelik sorular sorulmaktadır. Bu aşamada öğretmen sürprizler yaparak, öğrencilerde çelişki yaratan gösterilere başvurabilir. Öğrenciler ile görüşmeler yapılarak ön bilgileri ortaya çıkarılabilir. Öğrenciler ise farklı sorular sorarak konu ile ilgili meraklarını gidermeye çalışırlar. Bu süreç aynı zamanda, öğrencinin derste soru sormaya ve cevaplamaya fırsat bulduğu aşamadır. Bu aşamada ön bilgilerin elde edilmesinin yanı sıra öğrencilerin derse güdülenmesi de sağlanır [96].

Giriş aşaması ilgiyi ve motivasyonu artırır. Bu aşamanın amacı; öğrencilerin hayal gücünü ortaya çıkarmaktır. Bu süreçte öğrenciler sorgulamaya ve öğrenmeye aktif olarak motive olmuşlarsa, uygulama başarılı olmuş demektir [97]. Giriş aşamasında önemli olan nokta öğrencilerin önceki bilgilerini ortaya çıkarabilmek ve öğrencilerin öğretim sürecine olan ilgisini canlı tutabilmektir. Soru sormak, tartışma ortamı yaratmak, gösteri deneyleri ve filmlerden yararlanmak, öğrencilerin konuya odaklanmalarına ve öğrenmeye hazır duruma gelmelerine yardımcı olacaktır.

Bu aşamada öğrencilerin öğrenme konusuna katılımı sağlanmalıdır. Öğrenci bir probleme, bir duruma ve bir olaya zihinsel olarak odaklanmalıdır. Bu bölümde yapılan etkinliklere her zaman geçmiş ve gelecek etkinlikler referans olmalı, önceden anlatılan konularla ilişki kurulmalıdır. Öğretmenin rolü, durumu ortaya koymak ve bu durumu öğretim işiyle bağdaştırmaktır. Ayrıca öğretmen bu işleri yapmak için kuralları ve prosedürleri de ortaya koymalıdır. Bu aşamada ilk olarak öğretim işi başlatılır, etkinliklerle her zaman geçmiş ve şimdiki öğrenme deneyimleri arasında bir ilişki kurdurulur. İkinci olarak öğrencilerin ilgisi çekilir. Bu öğrencilerin düşüncelerini, öğrendikleri fikirlerden çıkaracakları sonuçları kullanarak yapılır [98].

Giriş aşamasında; gerçek hayat durumlarıyla ilişkili etkinliklere yer vermek, öğrencilerin konu ile ilgili mevcut bilgilerinin ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır. Öğrenci bu aşamada öğrenme ortamına taşıdığı kavramlar hakkında düşünmeye ve

sorgulamaya başlayacaktır. Bu süreçte; derse olan ilgi ve motivasyonu artan öğrenci bir sonraki aşama olan keşif aşamasına daha istekli olarak yönelecektir [99].

2.4.1.2 Keşif (Explore) Aşaması

Keşif aşaması; öğrencinin gözlemlemesine, hipotezler geliştirmesine, deneyler tasarlayıp uygulamasına, veriler toplamasına, değişkenleri ayırt etmesine, grafikler oluşturmaya, bulgularını düzenlemesine ve sonuçları yorumlamasına fırsat sağlamaktadır. Öğretmenler; öğrencilerin yaklaşımlarını ve daha önceki bilgilerini ortaya çıkarmak ve anlamlandırdıkları bilgilere değer biçebilmek amacıyla sorular oluşturmaktadır [100].

Bu aşama; öğrencilerin gözleme, sorgulama ve araştırma yeteneklerini kullanması için fırsatlar sağlar. Keşif aşamasının hedefi, öğrencilerin giriş-katılım aşamasında tanıtılan basit bilgileri kullanarak, kavramlarla ilgili fikir ve materyaller hakkında derin bir bilgi geliştirmeleridir. Öğrenciler gruplar halinde çalışmalarını için organize edilmelidir. Öğretmen imkân ve kolaylık sağlamalı, direkt bilgi vermekten uzak durmalıdır [101].

Öğretimin önemli olan bir başka bölümü de sürprizli ve yeni bir şekilde düşünmeyi gerektirecek bir dizi etkinlik düzenlemektir. Keşif aşamasında öğrenciler kendilerine sağlanan materyallerle bir olguyu keşfederler. Bu aşama; öğrencilerin özgürce düşündükleri, hipotezler kurup deney yaptıkları, birlikte çalıştıkları ve yargılarını erteledikleri bir dönemdir. Öğretmen öğrencileri izleyerek, gerekli materyalleri sağlayarak ve gerektiğinde derinleştirici sorular sorarak bir danışman şeklinde hareket eder. Dersin bu bölümü, öğrenciler etkinlikten yarar sağlamaya devam ettikleri sürece sürdürülebilir [78].

Bu aşamada yararlanılan etkinlikler somut, her zaman elle tutulur, gözle görülür olmalıdır. Öğrenme her zaman nesnelere, olaylar ve durumlar üzerinden gerçekleşir. Bu nedenle, etkinlikler yeniden yapılandırmaya yardım edecek şekilde düzenlenmeli ve kullanılmalıdır. Etkinlikler zihinsel ve fiziksel deneyimler sağlar, öğrencilerin kendilerini anlatmaları için ortam oluşturur. Öğrencilerin etkinlikleri

yaparken her zaman cevaplayamadıkları sorular olacaktır ve bu soruları ancak keşfederek cevaplayabileceklerdir. Keşif aşamasında yapılan zihinsel ve fiziksel etkinliklere katılımlar sonucunda öğrenciler, birbiri ile etkileşime gireceklerdir. Öğrenciler; yaptıkları etkinlikleri gözlemleyecekler, değişkenleri belirleyecekler ve olayları sorgulayacaklardır. Öğretmen bu aşamada sadece bir yönlendirici ve rehberdir. Öğretmen bu yönlendirmeyi soru sorarak, başka etkinlikler ve düşünce yolları göstererek ya da çeşitli ipuçları vererek yapabilir [98].

Keşif aşamasında öğrenciler olay ve materyaller ile etkileşime girerler. İşbirliğine dayalı grup çalışmaları yardımıyla, sorgulayıcı bir öğretim ortamında deneyimler oluştururlar. Deneyimlerden elde ettikleri düşünceler ile daha önce sahip oldukları fikirler arasında öğretmenin rehberliğinde bağlantı kurarak, konuya ilişkin temel kavramları kendi ifadeleri ile açıklamaya ve yeniden yapılandırmaya hazır hale gelirler.

2.4.1.3 Açıklama (Explain) Aşaması

Açıklama aşaması; öğrencilere kendi bulgularını başkalarına açıklama konusunda fırsat verir. Öğrenciler ilk önce kendi açıklamalarını yapmalıdırlar. Öğretmen bunun devamında ilgili bilimsel açıklamaları öğrenciye vermeye başlamalıdır. Bu açıklamalar çok net bir şekilde öğrencilerin giriş ve keşif etkinlikleri ile öğrenci açıklamalarına bağlanmalıdır. Esas olarak bu aşamada öğrenciler kendi düşünceleri ve anladıkları kavramları anlatmaları konusunda teşvik edilmelidirler [97].

Açıklama aşaması kavramların açık bir hale getirildiği aşamadır. İlk olarak öğrencilerden kendi açıklamalarını yapmaları istenir. Açıklamalar deneyimleri sıraya koymayı ve anlatmayı içerir. Bu aşamada öğretmen; öğrenci anlatımlarını giriş ve keşif aşamasında yapılan etkinliklere bağlar ve öğrenenlerin içerik olarak verecekleri anlamların kanıtlarını yansıtmak üzere açık uçlu düşünmeyi uyaran sorular sorar. Öğrenenlerin konu ile ilgili hatalı çıkarımlarını gidermede gerektiğinde yardıma bulunarak, bilginin öğrenci tarafından yapılandırılmasına yardımcı olur [52, 98].

Yeni düşünme yolları bulmayı başarmak güçtür ve öğrenciler öğretmenlerinden önemli yardımlar almadan bunu oluşturamazlar. Bu nedenle öğretimin bu basamağında öğretmene düşen öğrencilerin yetersiz olan eski düşüncelerini daha doğru olan yenileriyle değiştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu aşama, modelin en öğretmen merkezli aşamasıdır. Öğretmen bu süreçte; öğrencilerin açıklamalarını teşvik edici etkinliklerden, filmlerden, slaytlardan, videolardan ve gösterilerden yararlanabilir. Mümkün olan yerlerde, öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında onlara temel bilgi düzeyinde açıklamalarda bulunur [102].

Öğretmen, öğrencilerin gözlemlerini ve bilgilerini kullanır. Öğrencilerin kendi buldukları sonuçları açıklamaları için onlara yardımcı olur. Bilimsel kelimeler ve kavramlar; keşfetme aşamasında gerçekleştirilen etkinlikler ile ilişkili hale getirilerek tartışma ortamı içerisinde sınıfa sunulur [99]. Öğrencilerin olayları önceki deneyimleri yardımıyla açıklayarak, mevcut problemleri çözdükleri bu aşamada öğretmen; süreci yönlendiren, öğrencilerin kavram yanılgılarını belirleyerek giderilmesi için ilave açıklama ve etkinliklere başvurabilen bir rehber olarak görev yapar. Öğretmen, açıklamalarını ve yönlendirmelerini öğrencilerin önceki deneyimlerini temele alarak yapmalıdır.

Öğrencilerin cevaplara karar verdikleri ve bilgiye ulaşmak için kaynakları kullandıkları bu aşama araştırma ve sorgulama esaslı öğretimin köşe taşıdır. Çünkü bu aşamada, öğrencilerin yapılandığı bilimsel düşünceler desteklenerek konunun daha iyi anlaşılması için fırsatlar sağlanır [103].

Açıklama süreci öğretmen ile öğrenci arasında ortak bir dilin kurulduğu aşamadır. Bu dilin temelinde; öğrencilerin giriş ve keşif aşamalarında edindikleri deneyimlere ilişkin fikirleri ile öğretmen tarafından temel bilgi düzeyinde sunulan açıklamalar yer almaktadır. Bu aşamada öğrencilerden düşüncelerini açıklamaları ve diğer öğrencilerin açıklamalarını eleştirel gözle dinlemeleri istenir. Öğrenciler sorgulayıcı bir tartışma ortamında, öğretmen tarafından ortaya konulan açıklamalar çerçevesinde daha önceki deneyimleri ile ilişki kurarak bilişsel düzeylerini yeniden

yapılandırırılar. Açıklama aşamasının sonunda öğrenciler; edindikleri bilgileri genişletmeye ve farklı problemlerde uygulamaya hazır hale gelirler.

2.4.1.4 Genişletme – Derinleştirme (Elaborate) Aşaması

Genişletme - derinleştirme aşaması öğrencilerin yeni bilgileri anlamlandırabilmesine olanak tanır. Psikolojide “Öğrenmenin Transferi” olarak isimlendirilen bu aşamada, keşif aşamasındaki sorulara ve hipotezlere cevaplar aranmaktadır. Öğrenciler için bu süreç, içinden geçilmesi gereken zorlu bir yoldur. Öğrencilerin kavramlar ile ilgili olarak tartıştığı ve kavramları anlamlandırmanın bir trafik sıkışıklığını çözmeye derecesinde zor olduğu bir süreçtir [96, 100].

Öğrencinin gerçek öğrenmeyle bulunduğu aşamadır. Bu aşamayı iyi planlamak gerekir, çünkü zaman alır. Bu süreçte öğrenciler, birlikte ulaştıkları bilgileri problem çözme yaklaşımını kullanarak yeni olaylara ve problemlere uygularlar. Bu yolla zihinlerinde daha önce var olmayan yeni kavramları öğrenmiş olurlar. Bu aşamada öğretmen, bilimsel kavram ve terimleri kullanmaları ve yeniden düzenledikleri bilişsel yapılarını sergilemeleri yönünde öğrencileri teşvik eder. Olaylar ile günlük hayat arasında bağlantılar kurmaları için öğrencilere fırsatlar tanır. [51, 103].

Öğrenciler genişletme - derinleştirme aşamasında; kendi etkinliği ile kazandıkları kavramları geliştirirler. Bu süreçte birey; karşılaştığı problemleri tecrübeleriyle çözerken, kavramları, gerçek anlamda bilgileri yapılandırır. Öğretmen bu aşamada; öğrencilerin bilişsel özelliklerini dikkate alarak kavram gelişimine uygun çevresel koşulları oluşturur. Çevresel uyarıcıların çeşitli ve bol olması öğrenenler arasındaki etkileşimi artırır ve kavram gelişimine katkı sağlar. Öğrencilere problem çözme becerilerini geliştirmeye dayalı etkinlikler (derinleştirme etkinlikleri) sunulur. Etkinliklerin gerçekleştirilmesi sürecinde problemlerle karşılaşan birey; mantıklı bir yolla, karşılaştıklarını sorgulayarak, eksiklerini arayıp tamamlayarak kazanmış olduğu kavramları geliştirir [10].

Bu süreçte; öğrencilerin yeni durumlar ve yeni problemlerle karşılaşmaları, benzer açıklamalar gerektiren yeni problemlere cevap bulmaları sağlanmalıdır. Amaç, keşif ve açıklama sürecinde yapılandırılan kavramların yeni durumlarda kullanılabilmesidir. Yeni deneyimlerde öğrenciler daha derin ve daha geniş bir anlamlandırmaya sahip olup, daha fazla ve daha yeterli bilgiye sahip olacaklardır. Öğretmenler bu aşamada öğrencilerin birbiriyle işbirliği içine girmesine, tartışmasına, öğrendikleri kavramları ve yeteneklerini göstermesine ortam hazırlar. Etkinlikler öğrencilerin mücadele etmesini, yeniden faaliyette bulunmasını, yeni durumlarla başa çıkmasını, olayları tartışarak fikir yürütmesini ve yeni deneyimler kazanmasını sağlar. Öğrenci bu aşamada öğrendiği kavramların diğer kavramlarla ilişkisini kurmaya, anladıklarını başka yeni durumlara ve gerçek hayata uygulamaya çalışır. Bu uygulama daha ileri seviyede bir sorgulamaya ve yeni keşiflere yol açacaktır [98, 104].

Genişletme - derinleştirme aşaması öğrenciye hem daha çok zaman hem de daha çok deneyim sunmaktadır. Bu aşamada öğrenciler birbirleriyle tartışarak, bilgi alışverişinde bulunacakları etkinlikler içine girerler. Grubun amacı etkinlikleri açıklamaya ya da anlamaya yönelik yaklaşımlar geliştirmektir. Grup tartışması sırasında kendi yaklaşımlarını ortaya koyar ve bunları savunurlar. Bu tartışmalar daha iyi bir açıklama ve daha iyi bilgi elde etme sürecini içerir. Genişletme - derinleştirme aşaması dışarıdan gelen bilgilere kapalı değildir. Öğrenciler her zaman diğer arkadaşlarından, öğretmenlerden, yazılı materyallerden, elektronik kaynaklardan ve kendi yaptıkları deneylerden bilgi elde edebilirler [98].

Bu aşama; öğrencilere kavramlarla ilgili bilgilerini iletme ve onları başka durumlara uygulama şansı verir. Öğrenciler kavramları özel durumlarla özdeşleştirme gibi bir eğilime sahiptir. Öğrencilerin olaylar hakkında daha genel düşüncelerinin oluşması onların değişik durumlardaki benzerlikleri fark etmesini sağlar. Esas olarak öğrenciler yeni öğrendikleri kavramları farklı olaylara uygularlar. Bunu problem çözer gibi yaparlar [97].

Genişletme - derinleştirme aşaması; öğrencilerin kavramları, tanımları, açıklamaları ve becerileri yeni durumlara uygulayabilmelerine fırsat sağlar. Öğrenciler bu aşamada deneysel araştırma, problem çözme ve karar verme gibi çalışmalar içerisine girerler. Bu durum öğretmenlere fen laboratuvarını kullanmak için iyi bir fırsat sunar [101].

Bu basamakta öğrenciler, yeniden yapılandırdıkları kavramları karşılaştıkları problemlere uygulayarak bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onaylar ve kavramların ortak yanlarının farkına varırlar. Öğrencilere; yeni durumlar ile karşılaştıklarında daha önceki aşamalarda edindikleri deneyimleri ve kanıtları dikkate almaları gerektiği yönünde uyarılarda bulunmak, içerikler arası bilgi transferinin gerçekleşmesine de yardımcı olacaktır.

Genişletme – derinleştirme aşamasının sonunda bilginin yeniden yapılandırılması süreci tamamlanır. Elde edilen bilgi, farklı kavram ve konulara genişletilir. Bu aşama, öğrencinin bilimsel kavramlara yönelik olarak sahip olduğu yanlığların giderilebileceği son aşamadır. Sürecin sonunda, öğrencinin içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirmesi beklenir.

2.4.1.5 Değerlendirme (Evaluate) Aşaması

Değerlendirme; ğrenme deneyimi süresince devam eden ve tüm aşamalar içerisinde farklı uygulamalar (grup çalışmaları, problem çözme, gözlem ve görüşmeler vb.) yardımıyla gerçekleştirilebilen bir süreçtir. Bu süreçte; öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimleri, bilgi ve becerileri, anlama düzeyleri, kavramsal değişim sürecinde gerçekleştirdikleri etkinlikler ve yeni kavramlara olan uyumları değerlendirilir.

Değerlendirme planı şu esaslara cevap verecek şekilde tasarlanmalıdır; “Beklediğiniz ğrenme sonuçları nelerdir?”, “ğrencilerin becerilerini göstermeleri için ne tür deneysel değerlendirme teknikleri uygulanmalıdır?”, “Hangi deneyler becerilerini göstermeleri için uygundur?”, “Görsel materyaller, öğrencilerin problemlere yönelik neler düşündüğünü ortaya çıkarmakta ne derece faydalıdır?”, “Ne tür sorular öğrencilerin neyi keşfettiklerini yansıtmalarına yardımcı olur?”.

Değerlendirme aşamasında öğrencilerin gerçekten bilimsel olarak kavramlarla ilgili doğru bir anlayış geliştirip geliştirmediklerine, bu gelişimin başka durumlara genellenip genellenemeyeceğine bakılır. Bu süreç, öğrencilerin öğrendiği bilgilere şekil vermeyi ve özetlemeyi kapsar. Eğer öğretmenler öğrenme sürecini ve öğrencilerin süreç içerisindeki deneyimlerini değerlendirmek istiyorsa, kullanılan ölçme araçları bu amaçlara hizmet eder nitelikte olmalıdır. Ölçme araçları laboratuvar ile ilgili etkinlikleri de içermelidir [26, 101].

Bu aşamada öğrencilere; kendi yeteneklerini göstermeleri, öğrendikleri ifadeleri sunmaları ve kendi anlama seviyelerini göstermeleri için fırsatlar sunulmalıdır. Değerlendirmeye yönelik uygulamalar süresince öğrenciler kendi açıklamalarının yeterliliğini de sorgulayacaklardır. Bu aşama öğretmenler için öğrencilerin gelişimini değerlendirmek ve öğretim amaçlarının sağlanıp sağlanmadığını görmek açısından önem taşımaktadır [98].

Öğretmenin, öğrencinin bilgisinin hangi aşamada olduğunu sorgulayabilmesi, yeni olayları yeni durumlara uygulayabilecek durumda olup olmadığını anlayabilmesi için mutlaka değerlendirme yapması gerekir. Bu değerlendirme anlamlı bir biçimde, öğrenilen bilgileri ölçecek şekilde yapılmalıdır. Değerlendirme, öğrenme işlemi boyunca çeşitli şekillerde yapılabilir;

- Sınıf düzeninde birlikte çalışmada gösterdiği başarı,
- Deney raporlarının hazırlanması,
- Öğrenci ile karşılıklı görüşme,
- Yazılı sınavlar (Bu sınavlarda formüle dayalı problemler yerine kavramaya yönelik problemler, açık uçlu sorular sorulmalıdır) [104].

Değerlendirme devam eden bir süreçtir, öğretim sürecinin her aşamasında yer almaktadır. Öğretmen gözlemleri, öğrenci görüşmeleri, kavram haritaları, anlam çözümlene tabloları, anketler, günlükler ve öğrenci dosyaları bu aşamada kullanılır [105]. 5E öğretim modelinin farklı aşamaları için değerlendirme amacıyla kullanılacak yöntemler ise Çizelge 2.2’de sunulmuştur [79].

Çizelge 2.2 5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Değerlendirme Yöntemleri

Aşamalar	Değerlendirmenin Amacı	Değerlendirmenin Türü
Giriş-Katılım	Kavram yanlışlarını belirlemek ve önceki bilgileri harekete geçirmek.	Kavram testleri, grup tartışması, görüşmeler şeklinde olabilir.
Keşif	Öğrencilerin bireysel ve grup halinde nasıl çalıştıklarını saptamak. Problem çözme sürecindeki öğrenci yaklaşımları belirlemek.	Öğrencinin gözlemlenmesi, derinleştirici sorular sorma, günlükler tutma şeklinde olabilir.
Açıklama	Kavramsal anlayışı değerlendirmek.	İzleme testleri, kavram haritaları, tartışmalar, görüşmeler ve yazılı denemeler şeklinde olabilir.
Genişletme- Derinleştirme	Kavramsal anlayışın yeni durumlara uygulanışını değerlendirmek.	Laboratuvarda uygulamalı çalışmalar ve yeni problemler çözme şeklinde olabilir.
Değerlendirme	Öğretimin etkililiğine karar vermek.	Öğretimin hedeflerine ulaşip ulaşmadığını saptamak için tasarlanmış; formal testler, kavram haritaları, anlam çözümleme tabloları, görüşme formları ve anketler şeklinde olabilir.

Yapılandırmacı bir öğretmen, öğrencilerin ezberleme yeteneklerine dayalı olarak belirli bir konuya ilişkin ne bildikleri üzerinde değil, daha çok performans ve düşünme süreçleri üzerinde odaklanır. Bu nedenle, ölçüt-dayanaklı, yani neyin başarılı olarak kabul edileceğini önceden belirleyen ve tek doğruyu temel alan sınavlardan çok, gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarını kullanır. Bu tür bir değerlendirmenin amacı, öğrencilerin sınav sorularına doğru yanıt verip vermediklerini belirlemekle sınırlı değildir. Bunun çok ötesinde, öğrencilerin konuları nasıl anladıklarını ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür yeni düşünceler oluşturduklarını belirlemektir. Değerlendirme; gözlem, görüşme, tartışma, öğrenme etkinlikleri sırasında öğrencilerce oluşturulan tüm ürünleri (raporlar, notlar, çizimler, ödevler vb.) içeren dosyaların değerlendirilmesini de kapsar. Bu yapıldığında, daha geniş ve ayrıntılı bir değerlendirme ortaya çıkar. Daha da önemlisi; bireysel gelişim, yaratıcı etkinlik ve toplumsal sorumluluk bilinci özendirilmiş olur. Bu da öğrencinin kendi çabaları hakkında geribildirim almasını sağlar [47].

2.4.2 5E Öğretim Modelinin Uygulama Süreci

5E öğretim modeli yapılandırmacı bir yoruma dayanır. Öğrenciler bu yaklaşımda öğrenir, düşünür ve önceki deneyimleri yardımıyla kavramsallaştırdıkları ifadeleri yeniden organize ederler. Bunu çevreleriyle olan etkileşimleriyle, sınıf etkinlikleriyle ve deneyimleriyle yaparlar. Öğrenen bireyler kavramları ve olayları yorumlarlar, kendi yorumlarını kendi dağarcıklarındaki kavramlarla yaparlar. Bu yüzden her zaman öğrendikleri kavramları değiştirmek ya da onları daha ileri götürmek, öğrencilerin şu andaki öğrendiklerinin yetersiz olduğunu onlara göstermek ve değiştirmekle mümkündür. Bu süreçte; öğrencinin bilgiyi oluşturması konusunda ona yardım edilmeli, dersi belli bölümlere ayırarak öğrencinin içinde bulunduğu ifadelerden onu kurtarmak için ona yeni olanaklar sunulmalı, kendisinin yeniden kavramlar oluşturmasına imkân sağlanmalıdır [101]. Öğrencinin aktif olarak bilgiyi yapılandırdığı bu süreçte, öğretmenin yapması ve yapmaması gereken davranışlar Çizelge 2.3'te ifade edilmiştir [98].

Çizelge 2.3 5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Öğretmen Davranışları

5E Modelinin Aşaması	Öğretmenin Yapması Gerekenler	Öğretmenin Yapmaması Gerekenler
Giriş-Katılım (Engage)	Öğretmen derse katılımı sağlamak için bu modele uygun olarak her zaman ilgi çeker, merak uyandırır. Öğretmen sorular sorar ve konuyu anlatmadan öğrencilerin bu konuyla ilgili ne bildikleri hakkında bir fikre sahip olur.	Kavramları anlatmak, cevaplar ve tanımlar sağlamak, sonuçlara varmak, konuyu kapatmak ya da bu aşamada açıklama yapmak.
Keşif (Explore)	Öğrenciler etkileşim içindeyken, öğrencileri birlikte çalışmaya teşvik etmek ve bu sürece direkt olarak katılmamak. Onları gözlemlemek, dinlemek ve öğrencilere merak uyandırıcı sorular sormak. Onların sorgulamalarını gerekli olduğu zamanlarda daha farklı duruma çekmek. Öğrencilere, problemlerle başa çıkabilecekleri kadar zaman tanımak ve her zaman bir danışman olarak davranmak.	Sorulara cevaplar sağlamak ve problemin nasıl çözülmesi gerektiğini söylemek, konuyu bu şekilde kapatmak. Öğrencilere sürekli yanlış yaptıklarını söylemek. Öğrencilerin problemleri çözmeye yarayan sorularına yanıtlar vermek.
Açıklama (Explain)	Öğrencinin kendi kavramlarını ve açıklamalarını kendi kelimeleri ile izah etmelerine izin vermek. Her zaman öğrencilerden söyledikleri ifadelerle ilgili kanıt ve söyledikleri ifadeleri genişletmelerini istemek, yapılandırıcı nitelendirmeler sağlamak, kavramları anlatmak için öğrencilerin bundan sonraki deneyimlerini temel olarak kullanmak.	Öğrencilerin yaptığı ve hiçbir temeli olmayan açıklamaları kabul etmek, öğrencilerin açıklamalarını düzeltmeyi ihmal etmek, konu ilr ilgisi olmayan kavram ve olaylardan bahsetmek.

Genişletme- Derinleştirme (Elaborate)	Öğrencilerin kavram ve açıklamaları kullanmasını beklemek. Yeni kavramları ve becerileri yeni durumlarda kullanması yönünde öğrencileri teşvik etmek. Onlara başka alternatif açıklamaların da olabileceğine dair fikir vermek ve bunu hatırlatmak. Öğrencilere elde ettikleri veriler ve kanıtlarla ilgili sürekli soru sormak. “Ne biliyorsunuz?”, “Şu anda niye böyle düşünüyorsunuz?” gibi.	Çok kesin cevaplar vermek, öğrencilere yanlış ifade ettiğini söylemek, ders verirken öğrencileri yavaş yavaş çözüme götürmek ya da problemle nasıl başa çıkacaklarını açıklamak.
Değerlendirme (Evaluate)	Öğrencileri yeni öğrendikleri kavramları uygularken ve becerilerini geliştirirken gözlemlemek. Öğrencilerin bilgilerini ve becerilerini değerlendirmek. Öğrencilerin kendi düşünce ve davranışlarını değiştirip değiştirmediklerine dair gözlem yapıp kanıtlara bakmak. Öğrencilerin becerilerini değerlendirebilecekleri bir ortam oluşturmak. Her zaman açık uçlu sorular sormak. “Niye böyle düşünüyorsunuz?”, “Ne gibi bir kanıta sahipsiniz?”, “Bu konu ile ilgili ne biliyorsunuz?”, “Şunu nasıl açıklarsınız?” gibi.	Bilinmeyen kelime ve kavramları test etmek. Önemli fikirleri ve yeni kavramları bu aşamada vermek. Derste öğretilen kavramlar ve becerilerle ilgili olmayan tartışmalar açmak.

Öğretmen bu aşamalarda; dersin hedeflerine yönelik önemli kaynakları gözden geçirmeli, öğrenenlerin problem çözme etkinliğine katılmasını teşvik etmelidir. Öğrenenlerin problemle ilgili görevleri tanımlamasına ve organize etmesine yardım ederek, öğrenenlerin uygun bilgileri toplamasını, deneyler yapmasını, açıklamalar ve sonuç için araştırma yapmasını desteklemelidir. Etkinliklerle birlikte öğrenenlerin uygun öğrenme ürünlerini ortaya çıkarmasında, öğrenme ürünlerinin sunumu ve sergilenmesinde, planlama ve hazırlama aşamalarını gerçekleştirmesinde öğrenenlere yardım etmeli ve onlarla birlikte öğrenen olarak öğrenme etkinliğine katılmalıdır. Aynı zamanda öğretmen, öğrenenlerin bulgularını ve süreç hakkındaki yorumlarını yansıtmasına yardım ederek, süreci ve ürünü anlama bağlamında öğrenenlere önemli katkılarda bulunmalıdır [106].

Yapılandırmacı kuramın uygulandığı öğretim ortamlarında öğrenen bireyler bilgiyi bireysel biçimde yaratır, yorumlar ve yeniden organize eder. Bu bilişsel dönüşüm; öğrenen, var olan bilgilerle öğretim yaşantılarını birbirine bağdaştırdığında gerçekleşmektedir. Bunun gerçekleşmesi için öğrenenler; problem çözmeye dayalı araştırma etkinliklerine, öğretmen ve arkadaşlarıyla tartışmalara, çoklu bilgi kaynaklarına, anlayışını farklı biçimlerde gösterebileceği yaşantılara katılmalıdır [107]. Bu süreçte, öğrencinin yapması ve yapmaması gereken davranışlar Çizelge 2.4’te ifade edilmiştir [98].

Çizelge 2.4 5E Öğretim Modelinin Farklı Aşamaları İçin Öğrenci Davranışları

5E Modelinin Aşaması	Öğrencinin Yapması Gerekenler	Öğrencinin Yapmaması Gerekenler
Giriş-Katılım (Engage)	Konuya ilgisini toplamak. Örneğin; “Neden bu böyle oldu?”, “Bununla ilgili ben ne biliyorum?”, “Gerçekten bununla ilgili ne bulabilirim?” şeklinde sorular sormak.	Her zaman doğru cevabı istemek ve bu konuda ısrarcı olmak, sadece bir tane çözüm göstermek.
Keşif (Explore)	Etkinliğin sınırları içinde özgürce düşünmeli, hipotezleri ve tahminleri test etmeli, yeni tahminler, yeni hipotezler, alternatif planlar oluşturmalı, denemeli ve bunları diğer arkadaşlarıyla tartışmalı, gözlemleri ve fikirleri kaydetmeli, her zaman bir yargıya varmaktan kaçınmalı.	Kendisinin değil başkalarının konuyla ilgili derinlemesine düşünmesi istemek. Başkalarıyla işbirliğine girmeden kendi kendisine çalışmayı istemek ya da bir amacı olmadan fikirler ve konu materyalleriyle ilgilenmek.
Açıklama (Explain)	Mümkün olan çözümleri ve cevapları diğer arkadaşlarına açıklamak. Diğer öğrencilerin söylediği açıklamaları eleştirel bir şekilde dinlemek, sorgulamak, öğretmen tarafından yapılan açıklamaları anlamaya çalışmak ve dinlemek, daha önceki etkinliklere değinmek, birisi açıklama yaparken kayıtlı gözlemler yapmak.	Daha önceki deneyler veya fikirlerle ilgisi olmayan açıklamalar yapmak, konuyla ilgisi olmayan deneyleri anlatmak ya da örnekler vermek. Açıklamaları hiçbir dayanağı olmadan kabul etmek.
Genişletme-Derinleştirme (Elaborate)	Yeni nitelendirmeleri, tanımlamaları, açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uygulamak. Daha önceki bilgileri sorgulamak, sorulara cevap vermek. Çeşitli kararlar almak için daha önceki fikirleri kullanmak. Yeni deneyler yapmak için daha önceki bilgileri kullanmak, her zaman kanıtlardan akılcı sonuçlar çıkarmak. Gözlemleri ve anlatımları kayıtlar şeklinde tutmak, arkadaşları arasında her kavramın anlaşılıp anlaşılmadığını kontrol etmek.	Daha önceki bilgi ve kanıtları reddetmek, dayanağı olmayan fikirleri kabul etmek ve sonuçlara varmak. Sadece öğretmenin sunduğu nitelendirmeleri kullanarak tartışmalara girmek.
Değerlendirme (Evaluate)	Her zaman gözlemleri ve kanıtları kullanarak, açık uçlu sorulara cevap vermek ve daha önce kabul edilmiş açıklamaları kullanarak kendi bildiği, anladığı kavram ve becerileri sunmak. Gelecekteki sorgulamalar için yerinde sorular sormak ve diğer arkadaşlarını teşvik etmek.	Hemen yargıya varmak, kanıtlara dayanmadan ya da daha önce yapılmış açıklamaları dikkate almadan sonuçlara ulaşmak. Sadece evet ya da hayır cevapları vermek ya da ezberlediği tanımlamaları anlatmak. Yeterli açıklama yapmamak, kendi kelime ya da cümleleriyle yeni fakat konuyla ilgisi olmayan konu başlıkları önermek.

Öğrencinin ve öğretmenin, 5E öğretim modelinin uygulama aşamasında kendilerine düşen görevleri etkin ve verimli olarak uygulayabilmesi, içerikten bağımsız bir kavramsal değişimin ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesine fırsat sağlayacaktır. Bu süreçte öğrencilere; mevcut bilgilerini yorumlayarak yeni bilgilere ulaşabilecekleri ve bu bilgileri öğretmen ve arkadaşları ile tartışarak yeniden yapılandırabilecekleri öğrenme deneyimleri sunulmalıdır. Öğrenme deneyimleri oluşturulurken; karikatür, resim, film, sunum ve animasyonlardan, deney ve etkinliklerden, yaşamsal örneklerden ve problem çözme uygulamalarından yararlanılabilir.

2.5 Kavram, Kavram Yanılgısı ve Kavramsal Değişim

Yapılandırmacı kuramın uygulandığı öğretim ortamlarında; öğretmen, öğretim faaliyetlerini planlamaya kavramı analiz ederek başlamalıdır. Bu işlem onun konuyu sınırlandırmasına ve uygun anlamlı örnekler seçmesine yardımcı olacaktır. Öğrenme süreçlerinin tasarımında öğrencilerin ön bilgilerinin dikkate alınması ve bu bilgilerin öğretim için başlangıç noktası kabul edilmesi; öğrencilerin ön bilgilerle yeni bilgiler arasında bağ kurabilmesine ve kavramsal değişimin gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır [10, 52]. Yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modellerinin “kavram öğrenme” ve “kavram geliştirme” süreçlerini desteklemesi nedeniyle; bu bölümde “kavram”, “kavram yanılgısı” ve “kavramsal değişim” konuları ayrıntılı bir biçimde ele alınacaktır.

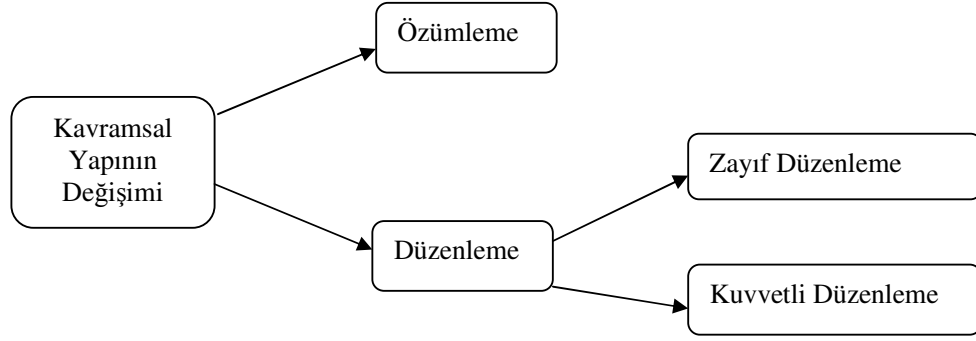
Kavram; insan zihninde anlamlı hale gelen, farklı nesne ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısı olarak tanımlanabilir. Kavramlar, bir düşüncenin zihindeki görüntüsüdür [10]. Kavram yanılgısı ise çoğunlukla kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere aykırı olan bilgiler olarak tanımlanabilir [36]. Kavram yanılgısı bir hata veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir. Kavram yanılgısı, zihinde bir kavramın yerine oturan fakat bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olan düşünceleri ifade etmektedir. Öğrenciler hatalarının doğru olduğunu sebepleri ile birlikte açıklıyorlarsa ve kendilerinden emin olduklarını söylüyorlarsa o zaman kavram yanılgısının olduğu söylenebilir [108].

Kavram yanlışlarının derslerde uygulanan öğretim yöntemlerine karşı direnç gösterdiği ve değiştirilmesinin çok zor olduğu bilinmektedir. Öğrencilerin geliştirdikleri kavram yanlışlarının sebeplerinin belirlenmesi ve giderilmesi araştırmacıların önem verdiği konular arasındadır. Kavram yanlışlarının sebeplerini saptamak ve yanlışları gidermeye çalışmak kavram yanlışlarını belirlemekten daha zaman alıcı ve zor bir süreçtir. Özellikle öğrencilerin yanlışların üstesinden gelmelerini sağlamak oldukça güçtür. Çünkü kavram yanlışları öğrencilerin edindiği bilgi ve deneyimleri özümlemelerinin bir sonucu olarak öğrenciler tarafından bizzat geliştirildiklerinden, öğrenciler kendilerine yakın ve anlamlı gelen kavramlarından vazgeçmekte gönülsüz davranmaktadırlar [109].

Öğrencilerin kavram yanlışları, 30 yılı aşkın süredir fen eğitimine yönelik çalışmalarda baskın olan konuların başında gelmektedir. Günümüzde ise kavram yanlışlarının belirlenmesine ilişkin çalışmaların yerini, farklı öğretim stratejileri ve öğrenme etkinliklerinin kullanıldığı kavramsal değişim sürecine yönelik çalışmalar almıştır. Kavramsal değişim sürecini anlamak, bu sürece ilişkin öğrenme ortamlarının yapılandırılması aşamasında öğretmenlere yardımcı olmaktadır.

2.5.1 Kavramsal Değişim Süreci ve Özellikleri

Kavramsal değişim süreci ile ilgili olarak ortaya atılan en önemli model Posner ve arkadaşları [110] tarafından geliştirilen *kavramsal değişim teorisi (CCM)*'dir. Söz konusu teoride iki olgu ön plandadır; özümleme ve düzenleme. Özümleme; yeni bilgilere ulaşmada mevcut bilgilerden yararlanmayı ifade etmektedir. Düzenleme; öğrencilerin var olan kavramları yeni bir olayı açıklamakta yetersiz kaldığında, bu kavramların öğrenci tarafından yeniden organize edilmesi şeklinde açıklanmaktadır. Zayıf düzenleme; mevcut kavram ve düşünceler üzerinde gerçekleştirilen sınırlı bir düzenlemeyi, kuvvetli düzenleme ise mevcut kavram ve düşüncelerin yapısında gerçekleştirilebilecek kapsamlı ve radikal bir düzenlemeyi ifade edilmektedir [39]. Kavramsal değişim aşamaları Şekil 2.2'de sunulmuştur [49].



Şekil 2.2 Kavramsal Değişim Aşamaları

Kavramsal değişim aşamalarını kuramcılar farklı biçimlerde yorumlamışlardır [111]. Vosniadou (1994) özümleme sürecini, mevcut kavramların ilave bilgilerle zenginleştirilmesi olarak görmektedir. Thagard (1992) özümleme sürecinde öğrencilerin düşüncelerinin yenilenmesi gerektiğini savunmakta; bu aşamada mevcut kavramın gelişmesine imkan sağlayan örnek olaylar ile kurallar bütününden yararlanmayı önermektedir. Chi ve arkadaşları (1994) ise özümleme aşamasında mevcut kavramın varoluşsal yapısında bir değişiklik olmayacağını ileri sürmektedirler.

Schwedes ve Schmidh (1992) özümleme sürecinin kurallar ve fikirler rehberliğinde ana kavram çerçevesinde gerçekleşen bir değişim süreci olduğunu düşünmektedir. Carey (1985) ise özümleme sürecinde gerçekleşen bilgi birikiminin yeniden yapılandırmayı içermediğini düşünmektedir. Tiberghien (1994) kavramsal değişimin özümleme aşamasını kavramların deneysel kazanımlarında (deneysel veriler, ölçümler vb.) gerçekleşen bir değişim süreci olarak görmektedir.

Kuramcıların düzenleme sürecine ilişkin görüşlerini şu şekilde özetlemek mümkündür. Hewson ve Hewson (1992) zayıf düzenleme sürecini, “kavramsal ele geçirme” bir başka ifadeyle “kavramı genişleterek yeniden yorumlama” olarak, kuvvetli düzenleme sürecini ise kavramlar arası değişim aşaması olarak isimlendirmiştir. Vosniadou (1994) zayıf düzenleme aşamasını; mevcut kuram ve düşüncelerin bilimsel seviyelerinde gerçekleştirilecek yeniden yapılandırma süreci olarak ifade etmektedir. Kuvvetli düzenleme aşamasını ise mevcut kavram ve

düşüncelerin yapısında gerçekleştirilebilecek kapsamlı ve radikal bir yeniden yapılandırma süreci olarak tanımlamaktadır.

Thagard (1992) zayıf düzenleme aşamasında mevcut kavrama kısmi eklemelerde bulunulmasını, mevcut kavramın ilişkili olan yeni kavramlarla desteklenmesini önermektedir. Thagard kuvvetli düzenleme sürecini ise iki aşama olarak değerlendirmiştir. İlk aşamada, birbiriyle ilişkili olan kavramlar arasındaki bilgi geçişlerinin (daldan dala atlama) kavramsal değişimi gerçekleştirme sürecinde etkili olacağını ifade etmektedir. Kuvvetli düzenleme sürecinde kullanılacak ikinci aşama ise farklı kavramlar arasında gerçekleştirilen kapsamlı bir değişim sürecini (ağaç değiştirme) içermektedir.

Chi ve arkadaşları (1994); zayıf düzenleme aşamasında, mevcut kavramın yapısının benzer özellikler gösteren varoluşsal kavram kategorileri içerisinde değişime uğradığını ve bu sürecin bir ağacın dallarında dolaşmaya benzediğini düşünmektedirler. Kuvvetli düzenleme sürecinin ise kavramın farklı yapısal özelliklere sahip varoluşsal kavram kategorileri arasında değişime uğramasına imkan sağladığını söylemekte ve bu süreci “bir ağaçtan başka bir ağaca geçiş” olarak isimlendirmektedirler. Chi ve arkadaşlarının kavramsal değişim sürecine yönelik çıkarımları Thagard’ın düşünceleri ile paralellik göstermektedir.

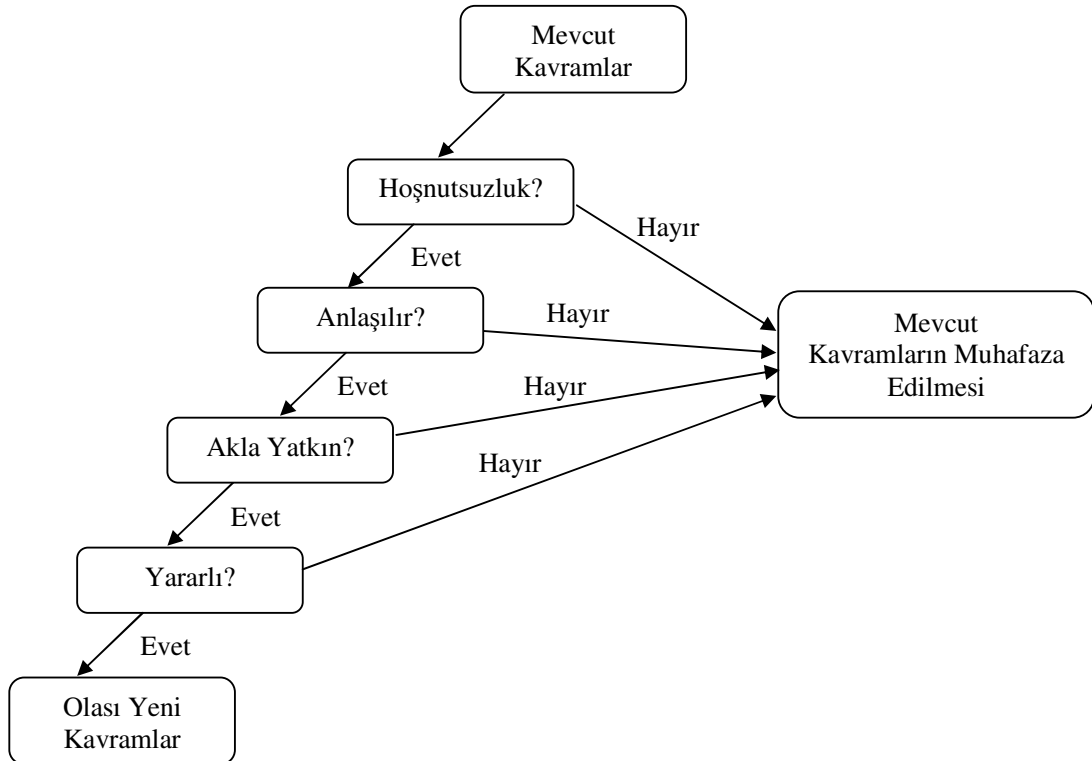
Schwedes ve Schmidh (1992) zayıf düzenleme sürecini; ana kavramın çevresinde yer alan kurallar ve fikirlerde gerçekleşen değişiklikler veya bu kural ve fikirlerin ana kavram ile ilişkilendirilme süreci olarak ifade etmektedir. Kuvvetli düzenleme sürecini “ana kavramın bütünüyle başka bir kavram ile değiştirilmesi” şeklinde yorumlamaktadır. Tiberghien’e göre (1994) zayıf düzenleme süreci anlamsal bir kavramsal değişimi ifade etmektedir. Bu süreçte; nesnelerin ve olayların yapısında derinlemesine bir değişim olmasına rağmen kuramda radikal bir değişikliğe rastlanmamaktadır. Kuvvetli düzenleme sürecinde ise kuramsal bir kavramsal değişim gerçekleşmektedir. Kuramın yapısındaki bu değişim özellikle nedensellik ilkesi bağlamında gerçekleşmektedir.

Carey (1985) yeniden yapılandırmanın gerçekleşerek kavramsal değişimin sağlandığı aşama olarak düzenleme sürecini göstermektedir. Düzenleme sürecini ise “zayıf yeniden yapılandırma” ve “güçlü yeniden yapılandırma” olarak iki aşamada incelemektedir. Sunulan bu farklı düşünceler, araştırmacıların kavramsal değişim aşamalarını farklı teorik perspektiflerden ele alıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Vosniadou'nun (1994, sf. 3) da ifade ettiği gibi [12];

“Günümüzde, kavramsal değişimin nasıl gerçekleştirileceği ve sürece ilişkin koşulların nasıl belirleneceği kavramsal psikolojinin temel problemleri arasındadır. Kavramsal değişim teorisi, çok amaçlı öğrenmenin açıklanmasında ön koşuldur ve eğitim süreci için önemli içeriklere sahiptir.”

Kavramsal değişim sürecinde mevcut kavramlarda gerçekleşmesi olası değişimler ise Şekil 2.3'te sunulmuştur [110].



Şekil 2.3 Kavramsal Değişim Teorisi

Kavramsal değişim teorisine ilişkin bu aşamalı sũreç kavramsal değişim için gerekli koşulları şu şekilde ifade etmektedir. [110].

- Öğrenci mevcut bilgilerine karşı *hoşnutsuzluk* içerisinde olmalıdır ve bu hoşnutsuzluğun neden olduğu sorunları bilimsel kavramların çözebileceğini düşünmelidir.

- Yeni kavram *anlaşılır* olmalıdır. Anlaşılır olmayan kavram öğrenci tarafından içselleştirilememekte ve doğru anlamlandırılmamaktadır.

- Yeni kavram *akla yatkın* olmalıdır.

- Yeni kavram *yararlı* olmalıdır. Yeni kavramın problemleri çözümedeki verimliliği öğrencinin eski bilgiyi terk etmesini çabuklaştırmaktadır. Bir başka ifadeyle yeni kavramın işgörüsü olmalıdır.

Kavramsal psikoloji ve fen eğitimi alanındaki araştırmaların kavramsal değişim ve öğrenme sũreçlerine yönelik olarak ortaya koydukları fikirler ise Çizelge 2.5'te yer almaktadır [112].

Çizelge 2.5 Öğrenme Sũreci ve Kavramsal Değişime İlişkin Görüşler

Kuramcı	Öğrenme Sũrecinin Ana Özellikleri	Kavramsal Değişimi İsimlendirilişleri	Kavramsal Değişim Sũrecinin Ana Özellikleri
Piaget	- Kişisel Sũreç - Kavramsal Çatışma	Aşama Teorisi	Kavramsal yapılar kavramların gelişimine neden olur.
Vygotsky	- Sosyal Sũreç - Dil ana role sahip	Zig-zag sũreci	Kavramlar dilin rehberliğinde zihinsel işlemlerle biçimlendirilir.
Posner ve arkadaşları	- Mevcut bilgi tabanlı - Rasyonel öğrenme yaklaşımı	- Özümleme - Düzenleme	- Hoşnutsuzluk - Anlaşılabilirlik, akla yatkınlık, yararlılık,
Carey	- Kavramsal ve rasyonel öğrenme yaklaşımı	- Zayıf yeniden yapılandırma - Kuvvetli yeniden yapılandırma	- Acemi-uzman değişimi - Kuram değişiklikleri - Özel bilgi alanları
Hewson ve Thorley	- Rasyonel öğrenme yaklaşımı - Mevcut bilgi tabanlı	- Kavramın alınması - Kavramın değişimi	- Memnuniyetsizlik anahtar aşamadır. - Bilişsel değişim
Thagard	- Rasyonel öğrenme yaklaşımı - Kavramsal değişim problem çözüme uygulamaları ile gerçekleşir.	Aşamalı kuram	- Daldan dala atlama - Ağaç değiştirme

Vosniadou	- Aktif bilgi elde etme sürecinde zihinsel modeller önemli bir yere sahiptir.	- Zenginleştirme - Gözden geçirerek düzeltme, yenileme (revizyon)	- Yavaş süreç - Süreç, mevcut bilgilerin aşamalı olarak askıya alınması ve yenilenmesine dayanır.
Beeth ve Hawson	- Öğrenme bireysel ve sosyal bir süreçtir. - Bilişsel değişim önemli bir role sahiptir.	- Kavramların statüsünde değişiklik.	- Tanınan ve alışlagelmiş bilgilerdeki değişiklikler önemlidir.
Tyson ve ark.	- Öğrenme kavramsal ve sosyal bir süreçtir.	- Mevcut kavramların bilimsel kavramlara dönüştüğü etkin ve çok boyutlu bir süreç.	- Bilgi felsefesi - Varlık felsefesi - Sosyal / Duygusal etkenler
Hallden	Eğitim ayrıntılı gerçeklerin ve kuramların eş zamanlı olarak yapılandırıldığı dalgalı bir süreçtir.	- Önceki kavramların değişimi - Yeni kavramların kazanılması - Kavramların yeniden ifadesi	- İçerik (bağlam) temel role sahiptir. - Kavramsal değişim; durumsal, kavramsal ve kültürel içerikler ile ilişkilidir.

Vygotsky (1978) kavramsal değişimde sosyal etkileşim ve özellikle öğrenme sürecinde dilin rolünü vurgulamıştır. Çocuğun bilgiyi yapılandırılma sürecinde, öğretmen ve diğer çocuklar ile olan işbirliğinin etkili olduğunu ve günlük deneyimlerden elde edilen kavramların bu süreci tamamladığını savunmaktadır. Öğrenciler arası iletişim ve etkileşim; öğrencilerin sınırlılıklarının, çelişkilerinin, kabullerinin ve yanılgılarının yansımaya yardımcı olmaktadır. Carey (1985) kavramsal değişime belirli bilgilerin nüfuz alanının artmasının neden olduğunu savunmaktadır. Öğrencilerin hükümlerinde meydana gelen gelişimsel değişime, uygun akıl yürütme süreçleri ile organize edilmiş bilimsel bilgilerin aktarımının yol açtığını düşünmektedir [112].

Tyson ve arkadaşları [111] ile Duit ve Treagust [113] kavramsal değişim için üç farklı bakış açısından (ontolojik, bilişsel ve sosyal) oluşan anlamlı bir model ortaya koymuştur. Bu model, sürece ilişkin bileşenlerin ayrılmasında faydalı olmasına karşın, durumsal ve kültürel içerikleri kavramsal yapının içine dahil edebilme aşamasında yetersiz kalmaktadır.

Hallden [114] çalışmasında; bilimsel bilginin durumsal (günlük yaşama ilişkin) içeriklere yansımalarını gözlemlemiş ve günlük hayatı betimleyen konuşmaların irdelenmesine yer vermiştir. Hallden'in (1999) düşünme biçimi öğrencilerin

kavramsal değişim süreçlerine öğrenimsel bağlamda uygulanabilmekte ve öğrencilerin yerleşmiş düşünce biçimlerini vurgulamaya yardımcı olmaktadır.

Kavramsal değişim sürecine ilişkin araştırmacılar tarafından ileri sürülen farklı görüşler de mevcuttur. Strike ve Posner [115] kavramsal değişim teorisinin duysal ve sosyal boyutları ihmal ettiğini ve modelin akla uygunluk üzerine çok fazla vurgu yaptığını belirtmişlerdir. Duit ve Treagust [116] ise kavramsal değişimin; öğretmen ve öğrencilerin inanışları, ilgileri ve güdülenmelerini de içeren “kavramsal değişimi destekleyen şartlar” içerisinde oturtulması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Hewson ve Hewson [117] kavramsal değişim modelini bir adım daha ileri götürerek kavramsal değişimi “statülerin değişimi” olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin eski kavramları statülerini kaybederken yeni kavramların bu statüyü kazandıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanında; kavramların statüsünün yükselmesi için anlaşılır, akla yatkın ve yararlı olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Fensham, Gunstone ve White [118] kavramsal değişimin nadir olarak aniden gerçekleştiğini, genellikle verilen ilave bilgi ve örnekler yardımı ile öğrenenin içerikleri düzenlediğini savunmaktadır. Bu sürece *kavramsal ekleme* adını vermişlerdir. Bu süreçte eski bilgiler terk edilmemekte, yeniden gözden geçirilerek düzenlenmektedir.

Linder [119] ise “kavramsal uygunluk” tanımını ortaya atmıştır. Öğrencilerin gerektiğinde kullandıkları özel içeriklere sahip farklı kavramlara sahip olduğunu vurgulamıştır. Bilim adamlarının bile farklı olaylar için farklı kavramlar kullandığını söylemiştir. Maloney ve Siegler [120] “kavramsal rekabet” kavramını ortaya atmışlardır. Öğrenenin sahip olduğu birçok kavramın öğrenme sürecinde bir arada yer aldığı ve belli bir süre sonra bu kavramlardan bazılarının baskın duruma geçtiğini belirtmişlerdir.

Dykstra, Boyle ve Monarch [121] kavramsal değişimi ilerleyen bir süreç olarak tanımlamıştır. Bu sürecin aşamaları; kavramlar, kavramsal değişim sürecinin sınıflandırılmasına ilişkin öneriler, sınıf etkinlikleri ve yeniden kavramsallaştırma olarak sıralanmaktadır. Benzer şekilde Niedderer ve Goldberg [122] kavramsal

değişimi, öğrencilerin önceki bilgilerinin bazı ara bilgilere ve daha sonrada bilimsel bilgilere dönüştüğü bir süreç olarak tanımlamaktadır.

Demastes, Good ve Peebles [123] yaptıkları çalışma ile kavramsal değişimi 4 farklı aşamada açıklamışlardır. Bu aşamalar; değişimin basamaklandırılması (ardı ardına gelen kavramsal değişimler bir kavramın değişimini tetikler), toptan değişimler (kavram yanlışları terk edilerek bilimsel bilgi kabul edilir), artan değişimler (kavram yanlışları bilimsel bilgiye gittikçe artan bir şekilde dönüşür), ikili yapılar (öğrenci birbirine zıt iki kavramı da sahiplenir) biçimindedir.

Driver ve Oldham [124] ise kavramsal değişim sürecini yapılandırmacı kurama dayalı olarak geliştirilen 4 aşamalı bir öğretim modeli ile açıklamışlardır. Bu aşamalar; yönlendirme (konuya ilişkin tartışmaların başladığı süreç), tahminler ve deney (öğrenme etkinlikleri yardımıyla kavramsal değişimin gerçekleşmesi), genel tartışma (çalışma sonuçlarının öğretmenin rehberliğinde tartışılması) ve detaylandırma (öğrencilerin yeni bilgilere ve durumlara adapte olması) olarak ifade edilmektedir.

Son zamanlarda kavramsal değişime yönelik olarak yapılan çalışmalarda Mortimer'in [125]; "*Öğrencinin kavramsal profilinde yer alan bilimsel kavramların ve kavram yanlışlarının farkında oluşu kavramsal değişimin en önemli sürecidir*" görüşünün yerini; "*Öğrencinin kavram yanlışlarının yerine bilimsel kavramları yerleştirmeye karar vermesi kavramsal değişimi sağlayan en önemli faktördür*" görüşü almıştır.

İçerikleri hakkında kısa bilgiler verilen kavramsal değişim sürecine yönelik tüm bu düşünceler; içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirebilmeyi amaçlamaktadır. Bu sürecin gerçekleşebilmesi öğrencilerin bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onaylamaları ve kavramların ortak yanlarının farkına varmaları ile mümkün olmaktadır. Bu aşamada; kavramsal değişim sürecine hizmet edecek öğretim yaklaşımının belirlenmesi önem taşımaktadır.

2.5.2 Kavramsal Değişim Sürecine Yönelik Öğretim Yaklaşımları

Kavramsal değişim sürecine yönelik öğretim yaklaşımları belirlenirken; öğrencilerin kendi fikirlerini bilimsel bilgiler ile değiştirmekte, var olan bilgilerini genişletmek, geliştirmek ve yeni durumlara uygulamakta, mevcut bilgilerini bilimsel bilgilere paralel olarak geliştirmekte, uygun ve/veya uygulanabilir modelleri farklı durumlara uygulayabilmekte birbirlerinden farklı güdülenme düzeylerine sahip oldukları unutulmamalıdır [17, 18, 19, 20].

Öğretim yaklaşımının belirlenmesi sürecinde üzerinde durulması gereken hususlar aşağıda sunulmaktadır [126]:

- Öğretmenin kavramsal değişim sürecine destek olacak bir öğrenme çevresine ihtiyacı vardır. Bu öğrenme çevresi, kavram yanılgıları ile ilgili tartışma ve üzerinde düşünme etkinliklerine ortam sağlamalıdır.
- Öğretim stratejisinin belirlenmesi aşamasında, seçilen konu ile ilgili öğrenme sürecinin tümüne rehberlik edebilecek bir strateji tercih edilmektedir.
- Öğrenim ortamında özel öğrenme görevleri sunulmalıdır. Özel görevler, seçilmiş öğretim stratejisi ve kurgulanan özel konuya ait isteklerle (amaç, hedef vb.) uyum içinde olmalıdır.

Öğretim sürecinin tümüne rehberlik edebilecek bir stratejinin belirlenmesi aşamasında dikkate alınması gereken faktörler aşağıda sunulmaktadır [126].

- *Öğrencilerin düşünce ve davranışları:* Öğrencilerin düşünce ve davranışlarının belirlenmesine yönelik olarak birçok çalışma bulunmaktadır [6, 11, 14, 30, 112, 117, 122]. Araştırmacılar için öğrenci düşünce ve davranışlarının belirlenmesinden daha önemli olan nokta; yapılan çalışmalardan yararlanarak öğrencilerin düşünce ve davranışlarındaki değişim sürecinin incelemesi ve bu doğrultuda öğretim sürecinin nasıl yapılandırıldığına ilişkin sonuçlara varılabilmesidir.
- *Planlanan öğrenme sonuçları:* Öğrenme sonuçları ve bu sonuçların mantıksal çözümlemesi öğretimin planlanmasındaki en önemli hususlardır.
- *Öğrenenler için kavram gelişimi ve değişimi sürecinde gerekli zihinsel isteklerin analizi:* Bu analiz, öğrencilerin mevcut fikirlerden, istenen öğrenme

sonuçlarına (bilimsel gerçekler) ulaşma aşamasında ihtiyaç duyacağı zihinsel faaliyetlere odaklanır.

Bu faktörlerin değerlendirilmesi sonucunda; öğrencilerin var olan bakış açılarından bilimsel düşünceye ulaşması aşamasında kullanılacak olası öğretim stratejileri ortaya çıkarılabilir. Fen öğretimi literatüründe, kavram yanlışlarının değişimi ve gelişimi için önerilen birçok öğretim stratejisi mevcuttur. Scott ve arkadaşları (1991) kavramsal değişime yönelik öğretim yaklaşımlarını iki temel grupta değerlendirmişlerdir.

2.5.2.1 Öğrencilerin Var Olan Bilgileri Üzerine İnşa Edilen ve Onları Mecaz ve Analoji Kullanarak Yeni Bir Alana Genişleten Stratejiler

Kavramsal çatışma ve çatışmanın çözümü temelli stratejilerinin aksine bu gruptaki stratejiler, öğrencilerin konu ile ilgili var olan fikirleri üzerine inşa edilmektedir. Fikirlerin gelişmesi amacıyla sunulan bu tip stratejilerde, genellikle öğrencilerin fikirleri belirlendikten sonra bu fikirlerden bilimsel fikirlere doğru bir gelişim için öğretimde benzetmeler kullanılmaktadır [127].

Bu grup stratejiler içerisinde en önemlisi Clement ve arkadaşları (1987) ile Brown ve Clement (1989) tarafından sunulan köprü kurma stratejisidir (bridging strategy). Bu strateji dört temel adımı içermektedir [126, Aktaran, 127].

- Konuyla ilgili bir hedef sorunun, öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla sınıfa sunulması. Örneğin, “Masa üzerinde duran bir kitaba yukarı doğru bir kuvvet etki eder mi?” sorusu sınıfa sorulmaktadır. Öğrencilerin çoğu için masa pasif bir nesnedir ve “kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygulayamaz” yanıtını vereceklerdir.

- Öğretmen tarafından öğrencilerin büyük çoğunluğunun kolaylıkla anlayabileceği ve bilimsel gerçeklere uygun analogik bir durumun sunulması (elde tutulan bir kitap örneği). Bu aşama “güçlendirici (anchoring) örnek” olarak adlandırılmaktadır. Böyle bir örnek, kabul edilen bilimsel görüşe kabaca uyan tecrübesiz bir öğrencinin sahip olduğu fikir olarak tanımlanmaktadır.

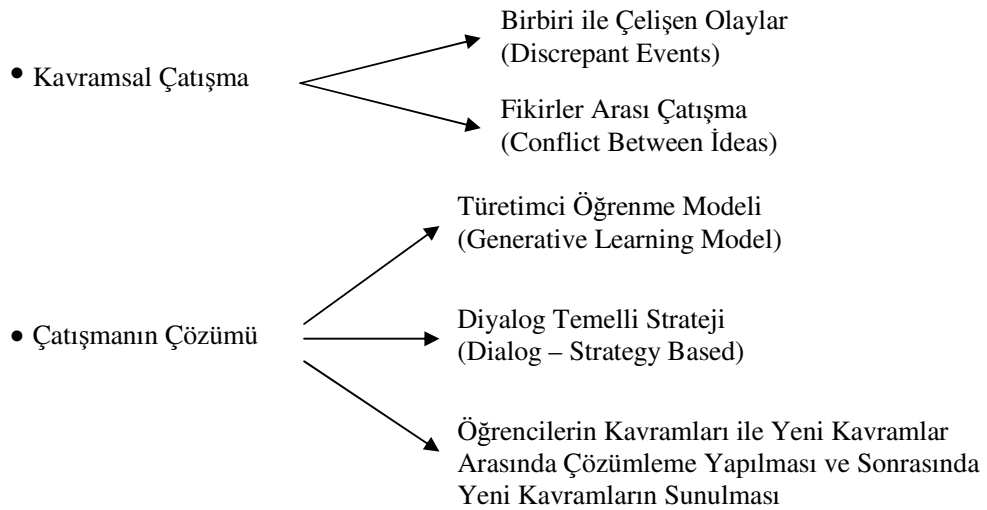
- Öğretmen benzetmeye dayalı bir ilişki kurarak öğrencilerden, güçlendirici örnek ile hedef soru arasında bir karşılaştırma yapmalarını ister.
- Eğer öğrenci yapılan benzetmeyi kabul etmezse, o zaman öğretmen bir köprü kurma benzetmesi (bridging analogy) bulmayı dener (örneğin, bir yay üzerinde duran kitap).

Çoğu fen kavramı ve konusu oldukça soyut ve matematiksel bağıntıları içerdiğinden öğrenme sürecinde zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bu aşamada; soyut kavramların öğrencilerin zihinlerinde bir anlam ifade edebilmesi için benzetmelerden ve analogilerden yararlanılmaktadır [127].

Treagust ve arkadaşları [128] çalışmalarında benzetme kullanımının öğrencilerin öğretim öncesi kavramlarının statüsünün değişiminde önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir. Öğretim sürecinde analogi kullanımının, öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve yeni kavramların öğrenilmesinde etkili olduğu ileri sürülmektedir [129, 130].

2.5.2.2 Kavramsal Çatışma ve Çatışmanın Çözümü Temelli Stratejiler

Piaget'in öğrenme üzerine görüşlerinden yararlanarak geliştirilen bu gruptaki öğretim stratejileri aşağıda sunulmaktadır [126, Aktaran 127].



Kavramsal çatışma kavramının temeli Piaget'e kadar dayanmaktadır. Berlyne [131] kavramsal çatışmayı, mevcut fikirlerimizle tamamen çatışan eş zamanlı olaylar olarak tanımlamaktadır. Stavy ve Berkovitz'e göre [20] kavramsal çatışma iki çeşittir; birincisi öğrencinin kavramları ile deneyimler arasındaki çatışma, ikincisi ise birbirine anlam olarak yakın iki farklı kavramsal yapı arasındaki çatışmadır.

Öğrencilerin var olan görüşleri ile daha önceki deneyimleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlayan araştırmalarda, öğrencilerin yanlış düşüncelerini ortaya çıkaracak çelişkili durumlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle kavramsal değişime yönelik uygulamaların çoğunda kavramsal çatışma uygulamalarına yer verilmektedir [132].

Araştırmacıların bir bölümü kavramsal değişimde kavramsal çatışmaların önemine değinmiş [133], bazı araştırmacılar da bu bakış açısına ilişkin sorular ortaya atmıştır. Örneğin; Zimmerman ve Blom [134] yaptıkları araştırmalarda kavramsal değişim için kavramsal çatışmaların yaratılmasının zorunlu olmadığı sonucuna varmışlardır. Bazı araştırmacılar ise öğrencilerin kavramsal çatışmaları anlamlandırabilmekte ve üstesinden gelmekte zorlandığını vurgulamışlardır [85, 86].

Kavramsal çatışma temelli stratejiler, çatışmalara öğrenciler tarafından getirilen çözüm önerilerine odaklanmakta ve öğrencilerin mevcut fikirlerini kesin bir ifade ile ortaya çıkarmayı amaçlayan (var olan bilgilere meydan okuyan) etkinlikleri içermektedir. Bu durum Piaget'in öğrenme sürecine ilişkin "Öğrenci bilginin yeniden organize edilmesinde etkindir" görüşü ile örtüşmektedir [126, Aktaran 127].

Kavramsal çatışma temelli stratejilerden biri olan "birbiriyle çelişen olaylar" stratejisine yönelik Nussbaum ve Novick [87] Piaget'in uyum kavramını temele alan 4 temel ilkedен oluşan bir öğrenme düzeni ortaya atmıştır.

- Öğrencileri, kendi fikirleri ile açıklamak zorunda oldukları olaylar ile başa bırakmak,
- Öğrencilerin kendilerinin ve arkadaşlarının fikirlerinin ne olduğunun farkına varmalarını sağlamak,

- Fikirleriyle çelişen bir olay sunarak öğrencilerin zihinlerinde kavramsal bir çatışma yaratmak,
- Öğrencilerin kavramsal uyumu sağlayabilmesi ve kabul edilen bilimsel görüşle tutarlı bir kavramsal modele ulaşabilmesi için teşvik edici olmak ve rehber rolünü üstlenmek [87, Aktaran 127].

Bu stratejinin uygulama sürecinde, öğretmenler tarafından; öğrencilerin önceki bilgileri ile uyuşmayan günlük yaşam ile ilgili olaylara yer verilmeli, öğrencilere aktif olarak katılabilecekleri öğrenme deneyimi sunulmalıdır. İçeriğe ilişkin olarak sunulan öğrenme deneyimleri, öğrencilerin kavramsal çatışmalarla karşılaşma şansını yükseltebilmektedir [127].

Kavramsal çatışma temelli stratejilerin ikincisi, Stavy ve Berkovitz [20] tarafından sunulan “fikirler arasında çatışma yaratma” stratejisidir. Bu süreçte iki çeşit çatışma vurgulanmaktadır. Bunlar;

- Konu ile ilgili öğrencilerin görüşleri ve bilimsel olarak doğru kabul edilen görüş arasında bir çatışma oluşturulması,
- Aynı gerçekliğe ilişkin iki farklı bilişsel yapı arasında çatışmanın oluşturulmasıdır.

Burada ilk çatışma yöntemi yapısal olarak birbiriyle çelişen olaylar stratejisine benzemektedir. İkinci yöntemde ise, sınıf ortamında bireysel veya gruplar halinde öğrencilerin aynı olaya ilişkin farklı fikirlerinin çatışması sağlanarak bilimsel olarak kabul edilen görüşe ulaşmaları amaçlanmaktadır [126, Aktaran 127].

Duit ve Treagust’a göre [116] bilişsel çatışma stratejilerinde en önemli durum, öğrencilerin çatışmayı görmeye ihtiyaç duymalarıdır. Araştırmacılar tarafından öğretmenin bakış açısından zıt olarak görülen şeyin, öğrenciler tarafından zıt olarak görülmeyebileceği veya yalnızca marjinal bir farklılık olarak görülebileceği ifade edilmektedir. Scott ve arkadaşları [126] ise bu tür stratejilerin başarısının öğrencilerin istekliliğine ve yeteneğine bağlı olduğunu vurgulamaktadırlar [Aktaran 127].

Çatışmanın çözümü temelli stratejiler ise öğrencilerin daha önceki bilgileri ve bu bilgilerin genişletilmesi üzerine inşa edilmektedir. Öğretmenin görevi öğrenciye yardım ve destek (scaffolding) sağlamaktır. Çatışmanın çözümü temelli stratejiler arasında; Champagne, Gunstone ve Klopfer'in [88] "diyalog temelli stratejisi", Rowell ve Dawson'un [89] "öğrencilerin kavramları ile yeni kavramlar arasında çözümlene yapılması ve sonrasında yeni kavramların sunulması stratejisi" ve Cosgrove ve Osborne'un [84] "bütünleştirici öğrenme modeli stratejisi" gösterilebilir.

Champagne, Gunstone ve Klopfer'in (1985) "diyalog temelli stratejisi"; öğrencilerin bir konuya ait fikirlerini diyalog yoluyla geliştirebilmeyi amaçlamaktadır. Bu strateji; beş aşamalı bir öğretimi içermektedir:

- Öğrenciler konu ile ilgili sunulan bir olaya ilişkin tahmin ve açıklamalarını sunarlar.
- Öğrenciler yaptıkları tahminleri destekleyen bir analiz geliştirirler ve bunu sınıfa sunarlar.
- Öğrenciler kendi fikirlerinin geçerliliği konusunda arkadaşlarını ikna etmeye çalışırlar. Görüşme ve tartışmanın sonunda her öğrenci diğer öğrencilerin düşünceleri hakkında fikir sahibi olur.
- Öğretmen bütün sınıfa konu ile ilgili bir olayı gösteri deneyi şeklinde sunar ve bilimsel kavramları kullanarak teorik bir açıklama yapar.
- Bilimsel bakış açısı içerisinde, üst düzey tartışmalar yardımı ile öğrencilerin tartışarak bilgilerini genişletmesine izin verilir [126].

Rowell ve Dawson'un (1983) "öğrencilerin kavramları ile yeni kavramlar arasında çözümlene yapılması ve sonrasında yeni kavramların sunulması stratejisi"; öğretim sürecinin başında öğrencilerin daha önceki fikirlerine dayanan kavramsal çatışmalar yardımıyla kavramsal değişimin sağlanması yerine, öğrencilere yeni kavram sunulduktan sonra öğrenci fikirleri ile bilimsel gerçekleri yüzleştirmeyi ve ikisi arasındaki farklılıkları tespit etmeyi önermektedir. Bu yaklaşım altı basamaktan oluşmaktadır [63]:

- Konuyla ilgili olarak öğrencilerin fikirlerinin tespit edilmesi,
- Öğrenci fikirlerinin tartışmaksızın kabul edilmesi ve sonraki tartışmalar için bir “hafıza kâğıdı (paper memory)” içinde bu fikirlerin tutulması,
- Yeni bilgilerin sınıfa, önceden var olan bilgilerle bağlantılar kurulacak şekilde sunulması,
- Öğrencilerden, problem çözümünde yeni bilgiyi kullanmalarının istenilmesi (her bir öğrenciye ikinci bir hafıza kâğıdı verilerek bu aşamada yaptıklarını not etmeleri istenilmiştir),
- Her bir öğrenciden her iki hafıza kâğıdındaki fikirlerini mukayese etmelerinin istenilmesi,
- Öğrenciler ilk beş basamakta edindiği bilgileri gözden geçirir ve bu süreç aynı zamanda fikirlerin yeterliliğini de sınamaya yardımcı olur. Bu aşamada; tartışma sürecinde edinilen bilgilere yönelik uyarıcı problemlerden ve öğrencinin kazandığı bilgilere yönelik öğrenme deneyimlerinden yararlanır [126].

Cosgrove ve Osborne’un (1985) “türetimci öğrenme modeli (generative learning model)” ise dört aşamalı bir öğretimi içermektedir.

- *Odaklanma Aşaması (Focus Phase)*: Konuyla ilgili günlük hayattan bir durumun öğrencilere sunulması ve öğrencilerin bu durumla ilgili fikirlerini açıklamaya çalıştıkları aşamadır. Öğrenciye kavramın içeriğini keşfetmesi için fırsatlar tanınır, bu fırsatlar tercihen günlük yaşamla ilişkili etkinliklerdir. Öğrenciler kendi görüşlerini anlamlandırmaya çalışırlar.

- *Meydan Okuma Aşaması (Challenge Phase)*: Öğrencilerin var olan fikirleri çerçevesinde lehte ve aleyhte tartıştıkları ve gerekirse öğretmen tarafından bilimsel fikirlerin sunulduğu aşamadır.

- *Uygulama Aşaması (Application Phase)*: Öğrencilerin bilimsel bakışın yararlarını anlayabilmeleri için kazandıkları bilimsel görüşleri yeni durumlara uygulamaları için fırsatların sunulduğu aşamadır [126, Aktaran 127].

Türetimci öğrenme modeline yönelik olarak yapılan araştırmalarda; akla yatkın ve anlaşılır deneyimler, deneysel etkinlikler ve gösteriler kullanılmadıkça öğrencilerin eski kavramları terk etmede hevesli olmadıkları, yeni kavramın yerleşebilmesinde zaman ve içerik anlamında sorunlarla karşılaştığı tespit

edilmiştir. Araştırmacılar şu öneriyi getirmektedirler; kavram, sezgisel karşıtlık yaratabilen ve güçlendirilmiş öğrenme durumları ile desteklendiği sürece anlamlı öğrenme gerçekleşebilecektir [126].

2.6 5E Öğretim Modeli ve Kavramsal Değişim Süreci

Kavramsal değişim sürecine yönelik olarak yapılan araştırmalar öğrencilerin kavram yanlışlarından bilimsel kavramlara geçişte tereddüt gösterdiğini ve kavramsal değişimlerinin içerik bağımlı ve dengesiz olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı içeriklere ait benzer görevlerde öğrenciler önceki bilgilerine geri dönebilmektedir. Eğitim süreci boyunca, öğrencilerin kavramsal ilerleme ve gerilemeler yaşadıkları, mevcut bilgileri ile bilimsel bilgiler arasında gidip geldikleri gözlemlenmektedir. Öğrencilerin zihninde yer alan bilimsel kavramların ve kavram yanlışlarının içeriğe bağımlı olarak kullanıldığı sonucuna varılmaktadır [13,90].

Bu aşamada eğitimciler; öğrencilerin kavramları içerikten bağımsız ve tutarlı bir şekilde anlamlandırmalarına yardımcı olmalıdır. Kavramsal değişim sürecini anlamak; eğitimciler, kavramsal değişim sürecine ilişkin stratejiler geliştirmelerinde yardımcı olacaktır. Stratejiler belirlenirken; içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirerek, içerikler arası bilgi transferini sağlamaya yardımcı olan bir öğretim ortamı oluşturmak hedeflenmelidir. Belirlenen strateji, seçilen konu ile ilgili öğrenme sürecinin tümüne rehberlik edebilmelidir. Bu süreçte; öğrencinin aktif bir biçimde öğretim sürecinde yer alarak mevcut bilgilerini yeniden yapılandığı, paylaşımcı, derinlemesine bir fen eğitimini amaçlayan ve üst düzey düşünmeyi ölçen yapılandırmacı yaklaşımın kavramsal değişim sürecine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu bilgiler ışığında araştırmada, öğrenme ortamının yapılandırılmasında kullanılacak model olarak; öğretmenlere öğrencilerin geçmiş bilgilerini görme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sağlayan, yapılandırmacı kurama dayalı “5E öğretim modeli” tercih edilmiştir. Araştırmada kavramsal değişim sürecine yönelik öğretim stratejisi olarak; Posner ve arkadaşları [41] tarafından geliştirilen ve “kavramsal değişim teorisi” ile uyumlu

olan, çatışmanın çözümü temelli öğretim stratejilerinden “Cosgrove ve Osborne’un türetimci öğrenme modeli stratejisi [71]” tercih edilmiştir. “Başlangıç”, “Odaklanma”, “Meydan Okuma” ve “Uygulama” aşamalarına sahip olan strateji; yapılandırmacı kuram ve 5E öğretim modeli ile uyumlu bir strateji olarak, kavramsal değişim öğretimine yardımcı olacak bir öğrenme çevresinin yapılandırılmasına imkân vermiştir.

2.7 Literatürde Yer Alan Çalışmalar

Bu bölümde, araştırmanın problem alanına yönelik olarak literatürde yer alan çalışmalar; “Kavramsal Değişim Sürecine İlişkin Çalışmalar”, “Fen Öğretiminde Yapılandırmacılık Kuramına İlişkin Çalışmalar”, “Fen Öğretiminde 5E Öğretim Modeli ve Yapılan Çalışmalar” ve “Aynalar Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar” olmak üzere dört ana başlık altında incelenmiştir.

2.7.1 Kavramsal Değişim Sürecine İlişkin Çalışmalar

Kavramsal değişim sürecine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaların temelinde öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlayan çalışmalar yer almaktadır. Wandersee’nin 1994 yılında yayımladığı “Fen Eğitim ve Öğretimine İlişkin Araştırmalar” isimli kitabında kavram yanlışlarına ilişkin olarak elde edilen bulgular 7 ana başlık altında özetlenmiştir [9].

1. Geleneksel fen eğitimi alan öğrenciler nesne ve olayların doğasına ilişkin çeşitli kavram yanlışlarına sahiptir.

2. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları; yaş, cinsiyet, kültürel seviye ve yetenek değişkenlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir.

3. Kavram yanlışları, geleneksel öğretim metotlarına karşı direnç göstermekte ve varlıklarını sürdürebilmektedirler.

4. Kavram yanlışlarının çıkış nedenleri arasında; öğretmen açıklamaları ve öğretim materyallerinin yanı sıra “gözlem ve algıya dayalı kişisel deneyimler”, “dil ve kültür değişkenleri” de sayılabilir.

5. Öğretmenler öğrencilerinde aynı kavram yanlışlarının sıklıkla ortaya çıkabildiğini gözlemlemektedirler.

6. Öğrencilerin mevcut bilgileri ile öğrenme ortamında sunulan bilgilerin etkileşimi sonucu çeşitli istenmeyen öğretim sonuçları (verileri) ortaya çıkmaktadır.

7. Etkin öğretim araçlarının kullanıldığı öğretim metotlarının kavramsal değişimin gerçekleşmesi sürecini kolaylaştırdığı görülmektedir.

Bu araştırmaların temel felsefesi kavram yanlışlarının tanımlanmasına yöneliktir. Bu noktada bilimsel düşünce yapısına ulaşma sürecine katkıda bulunmayı amaçlayan “kavramsal değişim modeli” ortaya çıkmıştır. Fen eğitimi alanında gerçekleştirilen araştırmalar da kavram yanlışlarının belirlenmesinden ziyade “bilginin yeniden yapılandırılması” ve “bilimsel anlayışa ulaşılma süreci”ne odaklanmaya başlamıştır.

Strike ve Posner [115] tarafından yapılan çalışmalar kavramsal değişim sürecine yönelik anlamlı veriler sunmaktadır.

1. Kavramsal çevrenin yapılandırılması sürecinde; “öğrencinin öğrenmeye olan isteği”, “ulaşılması beklenen hedefler” ile “kurumsal ve sosyal kaynaklar” dikkate alınmalıdır.

2. Bilimsel kavramlar ve kavram yanlışları öğrencinin yer aldığı öğrenme çevresinin bir parçasıdır.

3. Bilimsel kavramlar ve kavram yanlışları; öğrencilerin farklı durumlar için başvurduğu sunumlarında ve farklı seviyelerde ortaya koydukları açıklamalarında var olabilir.

4. Kavramsal çevrenin; gelişime açık ve birleştirici bir yapıya (görünüm) sahip olması gerekir.

Strike ve Posner’ın (1992) çalışmasında üzerinde önemle durulan kavramlar; “motivasyon”, “bilişsel yapı” ve “kavramsal çevre” olarak sıralanabilir. Kavramsal çevrenin tüm bölümleri ile ele alınması ve bu öğrenme çevresinin bilimsel kavramları ve kavram yanlışlarını da içine alması kavramsal değişim sürecinin dinamik bir gelişim gösterdiğini işaret etmektedir.

Kavramsal değişim sürecinde motivasyonun rolünü inceleyen birçok araştırma mevcuttur [91, 92, 93]. Pintrich ve arkadaşlarının [91] araştırması motivasyonun kavramsal değişim sürecindeki rolüne ilişkin oldukça geniş çözümlemelere yer vermektedir. Pintrich; kavramsal değişimin sürecinde “aracı” rolünü üstlenecek motivasyona yönelik yapılara değinmiştir. Bu süreçte; “hedefler (goals)” ve “istenen sonuçlara ulaşabilme becerisi (self – efficacy)” kavramları ön plana çıkmaktadır. Motivasyona yönelik olarak ortaya atılan bu kavramlar öğrenme sürecine rehberlik sağlamaktadır.

Pintrich ve arkadaşları (1993) iki farklı hedefe odaklanmışlardır; “süreci idare edebilme (hakim olma)” ve “performans (eylem)”. İki hedef arasındaki fark; “hakim olma” sürecinde, öğrencinin “öğrenmeye”, “anlamaya” ve “verilen görevleri gerçekleştirmeye” odaklanmasıdır. “Performans” sürecinde ise öğrenci, iyi bir derece yapmayı veya başarılı bir performans sergilemeyi hedeflemektedir. Pintrich; öğrenme sürecine (hakim olma) odaklanan öğrencilerin, kavramsal değişimin gerçekleşmesi için istenen koşulların (hoşnutsuzluk, “anlaşılabilme”, “akla yatkınlık” ve “yararlılık”) gerçekleşebilmesine yardımcı olan en iyi uygulama sürecini seçebileceğini düşünmektedir. Bu ifadeden; “yalnızca performans sürecine odaklanan öğrencilerin verilen görevleri ezberleme (ezbere uygulama) eğiliminde olacağı” sonucunu da çıkarmak mümkündür.

Pintrich; kavramsal değişim sürecinde “istenen sonuçlara ulaşabilme becerisi (self – efficacy)”nin öğrencilerin mevcut fikirlerini değiştirme sürecine yönelik güvenlerinin artmasına yardımcı olacağını vurgulamıştır. Bir başka deyişle “istenen sonuçlara ulaşabilme becerisi” öğrencilere; delil toplama, hipotez kurma, tahminde bulunma ve alternatif uygulamalar geliştirme sürecinde özgüven sağlayacaktır.

Kavramsal değişim sürecinde bilişsel yapının önemi, kavramsal değişim sürecine ilişkin olarak ortaya atılan kavramsal değişim modellerinde vurgulanmıştır. Vosniadou ve Ionides [94] kavramsal değişimin öğrencilerin bilişsel farkındalık düzeyi ile ilişkili olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin bilimsel kavramları öğrenebilme kapasitelerinin, mevcut bilişsel yapılarının farkına varabilmeleri ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

White ve Gunstone [95] bilişsel yapının önemini; “Eğer bilişsel öğrenme gerçekleşirse, kavramsal değişimin nasıl gerçekleşeceği sorunu da çözülmüş olur” şeklinde ifade etmişlerdir. Kavramsal değişim sürecini, eski kavramın terk edilerek yerine yeni (bilimsel) kavramın gelmesi şeklinde tanımlamışlardır. Bu süreçte yeni kavramın kabul edilmesinin kolay, ancak eski kavramın terk edilmesinin zor olduğu vurgulanmaktadır. Bu probleme bilişsel öğrenme sürecinin çözüm bulacağını düşünmektedirler. Fen öğrenimi sürecinde bilişsel öğrenmeye ilişkin farklı prensipler ortaya atılmışlardır. Bu prensipler arasında; “içerik”, “öğrencilerin amaçları kavrayabilmesi”, “okul desteğinin önemi”, “kavramsal değişimi destekleyen öğrenme stratejileri”, “öğrenci motivasyonu” ve “süreci destekleyen uzun vadeli hedefler” sayılabilir. Bu prensipler; kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için gerekli olan koşulların (hoşnutsuzluk, “anlaşılabilme”, “akla yatkınlık” ve “yararlılık”) sağlanabilmesi aşamasında önemli bir rol oynamaktadırlar.

Georgiades [135] ilköğretim 5’inci sınıf öğrencilerine bilişsel yapıya dayanan bir öğretim uygulamış ve bu süreçte; “bilişsel yapı”, “kavram transferi” ve “yeni (bilimsel) kavramın sürekliliği” arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bilişsel yapıya dayalı bir öğretimin uygulandığı öğrenciler öğrenme sürecine ilişkin görüşlerini yansıtılmışlardır. Bu süreçte; önceki bilgilerinin farkına varmış ve verilen görevlerin zorluklarından haberdar olmuşlardır. Araştırmacı; ilköğretim seviyesinde bilişsel yapıya dayanan bir öğretim uygulanabileceği sonucuna varmıştır. Bir başka deyişle bu yaş grubundaki öğrenciler; gerçekleştirdikleri öğrenmelerini, zihinsel ve kavramsal düzeylerinin yeterliliği ölçüsünde yansıtabilme becerisine sahiptir. Georgiades araştırmanın sonuçlarında; bilişsel yapıya dayanan öğretim modelinin küçük gruplar için etkili olduğunu ancak tüm sınıfa dayalı uygulamalarda verimin düştüğünü vurgulamaktadır. Bunun nedeni; öğrencilerin küçük grup uygulamalarında kendilerini daha rahat hissetmeleri ve bilişsel yapılarını daha kolay ifade edebilmeleridir. Ayrıca küçük grup uygulamaları; öğrencilerin süreç içerisinde kayıt tutabilmelerine, tartışmalara ve etkinliklere katılabilmelerine fırsat sağlamaktadır. Özetle bu çalışma; “kavramsal değişime yönelik olarak uygulanan bilişsel yapıya dayalı bir öğretimin, öğrencilerin bilişsel gelişimi sürecinde potansiyel bir arabulucu olarak kabul edilebileceğini” söylemektedir.

Beeth [136]; kavramsal değişimi teşvik etmek amacıyla bilişsel yapı aracı olarak “kavramın statüsü” terimini kullanmıştır. Statü kavramı ilk olarak Hewson [137] tarafından düzenleme sürecine ilişkin koşulların ifade edilmesi aşamasında kullanılmıştır. Bir başka şekilde kavramın statüsü; koşulların (“anlaşılabilme”, “akla yatkınlık” ve “yararlılık”) gerçekleşebilme derecesi olarak ifade edilebilir. Örneğin kavramın statüsünün olmaması durumu; o kavramın “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” olmadığını gösterir. Yüksek statüye sahip bir kavram ise “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” olarak ifade edilebilir [138]. Bir kavramın statüsü yükselebilir veya düşebilir. Eğer bir kavramın statüsü yükselmiş ise büyük olasılıkla düzenleme koşulları sağlanmış ve kavramsal değişim gerçekleşmiş demektir [139].

Beeth’in (1998) çalışmasının amacı; öğrencilerin “statü” terimlerini nasıl tanımladıkları ve yeni kavramları anlayabilme sürecinde koşulları (“hoşnutsuzluk”, “anlaşılabilirlik”, “akla yatkınlık” ve “yararlılık”) nasıl uygulamaya yansıtıklarını belirleyebilmektir. Öğrencilerden beklenen bu koşulları bilimsel kavramların tartışılması sürecinde kullanmalarınıdır. Çalışmada, öğrencilerin karşılaşmış olduğu içerikler; kuvvet ve harektir. Araştırma sonunda, öğrencilerin “anlaşılabilirlik” ve “akla yatkınlık” koşullarını tanımlayabildikleri belirlenmiştir. Öğrenciler bu iki koşulu, “kuvvet” ve “hareket” kavramları hakkında konuşurken etkin bir biçimde kullanmaktadırlar. Bu koşulları kullanmaları; öğrencilerin kavrama ilişkin mevcut bilişsel yapılarını yansıtabilmelerine ve öğrencilerin yeni (bilimsel) kavramları nasıl öğrendiklerine ilişkin veriler elde edilebilmesine fırsat vermektedir. Bu iki koşulun (anlaşılabilirlik ve akla yatkınlık) sınıf ortamında kullanılmasının bir başka avantajı, öğrencilerin yeni (bilimsel) kavrama ilişkin olarak birbirlerinin ne düşündüklerini anlayabilmelerine fırsat sağlamasıdır.

Beeth; bilişsel yapıya yönelik sınıf tartışmalarının (basitleştirilmiş), öğrencilerin düşüncelerini ifade edebilmeleri ve birbirlerinin düşüncelerini anlayabilmeleri sürecine yardımcı olduğunu vurgulamıştır. Bu uygulama, öğrencilerin kavramsal değişim sürecinin nasıl işlediğine ilişkin olarak deneyim kazanmalarına imkân sağlamaktadır. Beeth’in çalışmada vurguladığı bir diğer nokta öğretmen ve öğrenci arasındaki ilişkidir. Öğretmenin bu süreçteki rolü; öğretim ortamını düzenleyen ve kavramları aktaran bir öğretmeninkinden (geleneksel

öğretmen) farklıdır. Öğretmen; öğrencilerin içeriğe yönelik sorularını cevaplayabilme ve onların bilişsel yapılarını ortaya koyabilme sürecinde dinamik bir rol oynamaktadır. Bilişsel yapıya dayalı bir öğretimin; öğrencinin ve öğretmenin sınıf içerisinde sahip oldukları rolleri yeniden tanımladığı söylenebilir.

Georghiadis'in (2000) "bilişsel yapıya dayalı öğretim" ve Beeth'in (1998) "statü" kavramına yönelik olarak yaptıkları çalışmalar iki yönde birbirini destekler niteliktedir. İlk olarak; öğrencilerin yeteneklerinin (becerilerinin) geliştirilmesi ve içeriğin daha iyi anlaşılabilmesi sürecini destekleme aşamasında "bilişsel yapıya dayalı bir yaklaşımı" uygulamaktadırlar. İkinci olarak; bilişsel yapıya dayalı bir öğretimi kalabalık sınıflarda uygulayabilmenin oldukça zor olduğunu vurgulamaktadırlar. Buna rağmen "bilişsel yapıya dayalı öğretimin" kavramsal değişim süreci için güçlü bir araç olduğu söylenebilir.

2.7.2 Fen Öğretiminde Yapılandırmacılık Kuramına İlişkin Çalışmalar

Yapılandırmacılık kuramı, fen öğretimine yönelik uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır. Bu kuramın uygulanmasına yönelik olarak gerçekleştirilen çeşitli araştırmalar incelendiğinde; öğrencilerin yorum yapma, öğrendiklerini başka alanlara uygulama gibi yeteneklerinin geliştiği, öğrenmeye aktif olarak katıldıkları, öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdikleri görülmektedir [52, 71, 140, 141, 142, 143, 144].

Sequeira, Leite ve Duarte [140] fen öğretmenlerinin öğretim sürecini yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir biçimde tasarımlarının ve bu süreçte öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almalarının anlamlı öğrenmeye katkı sağlayacağını ileri sürmektedir. Özmen (2003) tarafından yapılan "Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına İlişkin Görüşlerin İncelenmesi" isimli araştırmada; yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğrenme ortamlarında öğrencilerin sınıf içerisinde kendilerini eşit hissettikleri, sınıf içerisinde karşılıklı saygıya dayalı bir iletişim olduğu, öğrencilerin daha önceki bilgileri ile öğrenilenler arasında bağlantı kurabildikleri bulgulanmıştır [Aktaran, 52].

Niaz [141] ve Limon [142] tarafından gerçekleştirilen ve kavramsal çatışmaların fen öğretimine etkisinin incelendiği araştırmalarda; yapılandırmacı kurama dayalı olarak geliştirilen kavramsal değişim metinlerinin ve öğretim sürecinde kullanılan kavramsal çatışma etkinliklerinin, öğrencilerin kavram yanlışlarının bilimsel bilgiler ile değiştirilmesi sürecinde etkili rol oynadığı görülmüştür.

Laney [143] yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında teknoloji kullanımının, problemleri tanımlama ve uygun çözümler üretmeyi içeren yüksek düzeyli düşünme yeteneklerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmektedir. Özellikle soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında ve öğrencilere kendilerinin yapabilecekleri zengin öğrenme etkinliklerin sunulmasında, teknoloji destekli eğitimin yararlı olduğunu vurgulamaktadır.

Hand ve Treagust [71] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, asit-baz kavramlarıyla ilgili olarak öğrencilerle yapılan mülakatlarda ön bilgileri tespit edilmiş ve bunlara dayalı olarak yapılandırmacı yaklaşıma uygun örnek bir ünite geliştirilerek uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler; yapılandırmacı yaklaşıma uygun ünite ile öğrenen öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenen öğrencilerden daha başarılı olduklarını göstermiştir.

Hounshell ve Hill [144] fen derslerinde yapılandırmacı kurama dayalı bilgisayar destekli öğretimi uygulamışlardır. Derslerin içeriğinde yer alan bilimsel kavram ve prensiplere yönelik olarak ders yazılımları hazırlamışlar ve uygun öğretim tekniklerini kullanarak öğrencilere görsel olarak aktarmışlardır. Araştırmanın sonunda yapılandırmacı kurama dayalı bilgisayar destekli öğretim yönteminin özellikle fen derslerinde ilgiyi arttırmada ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesinde etkili olduğu bulgulanmıştır.

Novak (2001) tarafından gerçekleştirilen çalışmada; problem temelli öğrenmenin yapılandırmacılığın ilkeleri ile uyum içinde olduğu vurgulanarak öğrencilerin problem temelli öğrenme tekniklerini kullanarak geleneksel sınıf ortamlarındaki kadar öğrenip öğrenemediklerini belirleyebilmek amaçlanmıştır.

Öğrenmenin kalıcılık boyutu dikkate alındığında problem temelli öğrenme yaklaşımına katılan öğrencilerin puanlarının, öğretmen merkezli yaklaşıma katılan öğrencilerin puanlarından yüksek olduğu görülmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşme verileri de; yapılandırmacı kurama dayalı problem temelli öğrenme tekniğinin kalıcı öğrenmeye katkı sağladığını destekler niteliktedir [Aktaran, 52].

2.7.3 Fen Öğretiminde 5E Öğretim Modeli ve Yapılan Çalışmalar

Fen öğretimine ilişkin amaçların gerçekleştirilmesi sürecinde; yapılandırmacı öğrenme kuramı ve fen eğitiminde planlı bir metot olarak öğrencilere öğrenme fırsatları sunan 5E öğretim modelinin eğitimciler tarafından tercih edildiği görülmektedir. Yapılan araştırmalar ile 5E öğretim modelinin, fen öğretimi sürecinde olumlu kazanımlara yol açtığı düşüncesi desteklenmiştir. Fen öğretiminde, 5E öğretim modelinin kullanılması ile ulaşılan olumlu davranış ve becerilerin bir bölümü aşağıda ifade edilmiştir [27, 47, 50, 97].

- Fen öğretiminde daha büyük başarı,
- Kavramların daha iyi akılda tutulması,
- Fen derslerine karşı gelişmiş tavırlar,
- Fen öğrenimine karşı gelişmiş davranışlar,
- Gelişmiş muhakeme yeteneği,
- Daha üstün süreç becerileri.

5E öğretim modeli; öğrencilerin bilimsel kavramları anlamlandırmalarına ve farklı içeriklere genişletebilmelerine fırsat sağlamakta, içerikten bağımsız bir kavramsal değişimi destekleyerek fen derslerinin kalıcı bir şekilde öğrenilmesine yardımcı olmaktadır. Fen öğretimine yönelik amaçların öğrenciye kazandırılmasını hedefleyen ve öğrenme çevrelerinin yapılandırmacı kuram çerçevesinde tasarlandığı birçok çalışmada, eğitimciler tarafından 5E öğretim modelinin tercih edildiği görülmektedir. 5E öğretim modeline ilişkin olarak ulusal ve uluslar arası alanda yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak; öğrencilerin akademik başarılarını, derse yönelik tutumlarını, kavramsal değişimlerini, 5E öğretim modeli çerçevesinde tasarlanan öğrenme ortamlarının yeterliliğini, öğretim modeline ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşlerini inceleyen çalışmalardır.

Evans [145] “Learning With Inquiring Minds” isimli çalışmasında; derslerde her öğrenci ile bireysel olarak ilgilenilemeyeceği ve her birinin dikkatinin çekilemeyeceği gerçeğinden hareket ederek, öğretilecek konuda hangi davranışın ya da olayın öğrencinin ilgisini çekebileceği konusu ile ilgilenmiştir. Öğrenciler nasıl motive edileceği ve meraklarının nasıl uyandırılacağı sorularına cevap aramıştır. 5E Modelinden yararlanarak gazlar konusu ilgili bir ünite hazırlayan ve bunu uygulayan Evans, öğrencilerin ünite işlenirken derse aktif olarak katıldıklarını, sorumluluk üstlendiklerini ve zevk aldıklarını, bununla birlikte 5E Modelinin uygulanabilmesi için öğretmenin hazırlık aşamasında daha fazla zamana ihtiyacı olduğunu tespit etmiştir.

Newby [101] “Genç Öğrencileri Fene Yakınlaştırmak İçin Araştırmayı Kullanma” isimli çalışmasında 5E öğretim modeline dayalı uygulamalar yapmıştır. Öğretmen ilköğretim 2. sınıf öğrencilerine fen derslerinde mevsimler konusunu öğretmek için dersin çeşitli bölümlerini okul dışında anlatmıştır. Dört gün boyunca hava durumu ile ilgili gözlemler ve çalışmalar yaptırılmış ve bu çalışmalar sınıfa döndüğünde tartışılmaya, konuşmaya, incelenmeye alınmıştır. Çalışmanın sonucunda; öğrencilerin öğrenme ortamında kendilerini daha rahat hissettiğinde ve derslerde deneysel etkinliklere yer verilmesi durumunda öğrenci başarısının yükseldiği görülmüştür.

Sökmen [146] öğrenme sarmalı modelini sorgulayarak fen eğitiminde nasıl uygulanacağını araştırmıştır. Araştırma sonucunda; öğrenme sarmalı modelinin öğrenci merkezli bir model olduğu, öğrenme sürecinde öğretmen ve öğrencinin aktif olarak rol aldığı, öğrencinin bu süreçte kavramları günlük hayatla ilişkilendirerek bilgiyi elde ettiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Sökmen’in [104] “Aktif Fen Eğitiminde Öğrenme Halkası Modeli” isimli çalışmasında ise 5E öğretim modelinin aşamaları örneklerle incelemiştir. Bu çalışmada fen öğretiminde uygulandığı gibi sosyal öğretimin de uygulanabilecek olan 5E öğretim modeli tanıtılmaya çalışılmış ve hangi aşamaları içerdiği anlatılmıştır. Bu yöntemde öğrencilerin dersin işlenmesinde aktif rol oynadığı vurgulanmış, 5E öğretim modelinin anlamlı öğrenmeyi sağladığı ve eğitimi zevkli bir uğraş haline getiren bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Boddy, Watson ve Aubusson [97] “5E Üçlemesi: Yapılandırmacı Öğretme ve Öğrenme Modeli İçin Bir Referans” isimli çalışmalarında; 5E öğretim modeline dayandırılmış bir ünite çalışması geliştirmişlerdir. Ünite çalışması öğrenciler tarafından ilginç ve eğlenceli bulunmuş, öğrenciyi öğrenmeye motive etmiştir. Gerçekleştirilen öğretimin öğrencinin üst seviye düşünme kabiliyetlerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Ergin [6] “Fizik Eğitiminde 5E Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumuna ve Hatırlama Düzeyine Etkisine Bir Örnek: “İki Boyutta Atış Hareketi” isimli çalışmasında; 5E öğretim modelinin uygulandığı öğrenciler ile geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı öğrenciler arasında 5E öğretim modelinin uygulandığı öğrenciler lehine anlamlı bir fark elde etmiştir.

Cumo, 7. sınıf öğrencilerinin fene karşı tutumlarını ve bilişsel gelişim sürecinde öğrenme sarmalı modelinin etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı; 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel gelişim, feni anlama ve uygulama, fen çalışmaları ve etkinliklere karşı tutumları üzerinde öğrenme sarmalının ölçülebilir bir yarar sağladığını belirlemiştir [147].

Wilder ve Shuttleworth [99] “Hücre Araştırmaları” isimli çalışmalarında, hücrelere giriş dersini 5E öğretim modelini kullanarak planlamışlardır. Bu çalışmada; giriş-katılım aşamasında öğrenciler motive edilerek onlara çeşitli etkinlikler sunulmuş, öğrencilerin öğrenme ortamına getirdikleri bilgileri yeniden sorgulamaları sağlanmıştır. Keşif aşamasında, öğrenciler gerçek hayat durumlarıyla karşı karşıya bırakılmış, açıklama aşamasında öğretmen öğrencilerin gözlemlerini ve verilerini kullanarak öğrenciler için bilimsel bir açıklama geliştirmiştir. Genişletme - derinleştirme aşamasında öğrencilere daha fazla ve farklı problemler verilmesi sağlanmış, değerlendirme aşamasında ise öğrencilerin bilimsel kavramlarla ilgili olarak gerçekten doğru bir anlayış geliştirip geliştirmedikleri irdelenmiştir.

Akdeniz ve Keser [148] “Bütünleştirici Öğrenme Ortamlarında Öğretim Etkinliklerinin Planlanması ve Değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında; geleneksel öğrenme ortamlarını etkileyen faktörleri göz önünde bulundurarak, lise fizik

konularıyla ilgili etkinliklerin yürütülmesinde yararlanmak amacıyla 5E Modeline uygun bütünleştirici öğrenme ortamı modeli geliştirmişlerdir.

Saunders ve Stringham [149] dersi öğrenme sarmalı modeline uygun bir şekilde işleyerek, dersin işlenişi sırasında gözlemler yapmışlar ve bu yöntemin öğrenciler üzerinde etkili olup olmadığını belirlemeye çalışmışlardır. Öğrenme sarmalı modeline uygun olarak işlenen derste; öğrencilerin laboratuvar araştırmalarına motive olduklarını ve yaptıkları deneyler yardımıyla bilgiyi keşfetmenin öğrencileri heyecanlandığını gözlemlemişlerdir.

Saka ve Akdeniz [150] “Genetik Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilmesi ve 5E Modeline Göre Uygulanması” isimli çalışmalarında, fen bilgisi öğretmenliği son sınıfta yer alan öğretmen adaylarının anlamakta zorluk çektikleri; kromozom-DNA-gen kavramları, genetik çaprazlama ve klonlama konuları ile ilgili animasyon ve simülasyonlardan oluşan bilgisayar destekli öğretim materyalleri geliştirmişlerdir. Etkinliklerden elde edilen bulgular ve adayların seviyelerinde tespit edilen olumlu yöndeki değişimler doğrultusunda, yapılandırmacı öğrenme ortamında bilgisayar destekli öğretimin kullanılmasının genetik kavramlarının öğretiminde başarıyı yükselten bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Ülkemizde 5E öğretim modelinin öğretim sürecindeki etkinliğini kavramsal değişim çerçevesinde inceleyen araştırma sayısı oldukça azdır. Fizik öğretimi alanında; kavramsal değişim sürecinin incelenmesi ve öğrenmenin kalıcı olarak gerçekleşip gerçekleşmediğinin belirlenmesine yönelik olarak yapılacak araştırmaların, öğrenme ortamlarının öğrenci merkezli olarak tasarlanabilmesine ve anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma, bu gereksinimden hareketle aynalar konusundaki kavramsal değişim sürecini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2.7.4 Aynalar Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Aynalarla ilgili literatürde yer alan çalışmaların büyük bir bölümü öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemeye yöneliktir [30, 31, 32, 33, 34]. Bu araştırmalarda belirlenen aynalar konusuna ilişkin kavram yanılgıları şu şekildedir.

- Görüş alanı yalnızca aynaya olan uzaklığımıza bağlıdır.
- Düzlem aynada görüntü aynanın üzerindedir / içindedir / önündedir.
- Gözlemci hareket ederse, cisimlerin aynadaki görüntülerinin de yeri değişir.
- Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda belirir, bakmadığımızda aynada görüntü yoktur.
- Tümsek aynada görüntüler daima cisimden büyüktür.
- Cisim aynen ve olduğu gibi görünüyorsa görüntü gerçektir.
- Görüntüler, aynalara yerleştirilmiş özel materyallerdir ve biz baktığımızda onları görürüz.
- Düzlem aynada, cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve gözümüzün önünde görüntüyü oluşturur.
- Cisimlerin çukur aynadaki görüntüleri cisim ile daima ters yöndedir.
- Çukur aynada görüntüler daima cisimden büyüktür

Goldberg ve McDermott [151] çalışmalarında, bir kısmı optik dersi almış 80 fizik öğrencisinin gerçek görüntü oluşumu ile ilgili anlamalarını bireysel görüşme yöntemi yardımı ile araştırmıştır. Bu görüşmeler süresince öğrencilere aynaların kullanıldığı gösteri deneyleri hazırlanmış ve bunlarla ilgili sorular yöneltmiştir. Optik dersini almamış öğrencilerin görüntü oluşumuna ilişkin fikirleri; “Potansiyel bir görüntü optik bir sistemden geçerken büyüklüğünde değişim olur.”, “Ekranın fonksiyonu görüntünün görülebilmesi için ışık ışınlarını yansıtmak ya da onları yakalamaktır.”, “Bir görüntü boş uzayda görülemez, bir yüzeye bağlıdır” şeklindedir.

Goldberg ve McDermott (1987) araştırmasında; optik dersini almış olan öğrencilerin tüm performansları değerlendirildiğinde aynalar ile ilgili olarak verilen görevlerin hiçbirinde tamamen başarılı olamadıkları görülmüştür. Öğrenciler görüşmelerde, aynanın görüntü oluşturmadaki öneminin farkına varmamış olmalarından dolayı pek çok hata yapmışlardır. Bu durum öğrencilerin “*Ayna 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 olan uzaklığı verilmesine rağmen görüntünün yerini kestirememişlerdir.

Kara, Kanlı ve Yağbasan [152] lise 3.sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili zor ve yanlış anladıkları kavramları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca, bunların sebeplerini rehber öğretmen, fizik öğretmenleri ve öğrencilerle yapılan görüşmelerle araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen ve 32 sorudan oluşan çoktan seçmeli başarı testi 143 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışma sonuçları soruların uygulandığı üç liseye göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; öğrencilerin aynalardan oluşan sistem sorularında zorlandıkları, düzlem aynalara yönelik sorularda geometri bilgilerini sorulara aktarmakta güçlük çektikleri ve aynanın döndürülmesi sorularında başarısız oldukları tespit edilmiştir.

Chen, Lin ve Lin [153] çalışmalarında düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Kavram haritaları ve açık uçlu sorular yardımı ile oluşturulan ölçme aracını 317 lise öğrencisine uygulamışlar, elde edilen veriler doğrultusunda öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Veriler analiz edildiğinde öğrencilerin; yansıma, düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri, gözlemcinin konumu ile görüntü ilişkisi konularına ilişkin kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir.

La Rosa, Mayer, Patrizi ve Vincentini [154] yaptıkları araştırmada geometrik optik dersi almamış 63 ortaöğretim öğrencisine dört açık uçlu sorudan oluşan bir test uygulamışlardır. Öğrenciler teste verdikleri yanıtlarda; aynaların nesnelere yansıtan cisimler olduğunu ve aynalarda oluşan görüntülerin metalik nesnelere tarafından üretilen ışık yansımaları yardımıyla ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.

Kocakulah [155] araştırmasında; geleneksel öğretimin ilk, orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ve renklere ilişkin kavramsal anlamalarına etkisini incelemiştir. Öğrencilerin ayna ve merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin olarak; alan içerisindeki kavramların karıştırılması ile oluşan, görüntünün doğasına ilişkin olarak ortaya çıkan, optik araçların görüntü oluşumuna etkisinden kaynaklanan, ışın diyagramlarının çizimine yönelik olarak ortaya çıkan ve dilin etkisi ile oluşan birçok kavram yanılgısına sahip olduğu bulunmuştur.

Perales ve Nievas [156] çalışmalarında; geometrik optik konularının kavramsal değişim sürecini, yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modeli ve tanımlayıcı - tündengelim modeli yardımıyla incelemişlerdir. Öğrencilerin öncelikle geometrik optik ile ilgili öğretim öncesi kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmıştır. Bu aşamada; açık uçlu soruların yer aldığı test, kavram açıklama testi ve doğru – yanlış seçiminin yapılacağı ifadeler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Verilerin analizi doğrultusunda; ışığın yayılması, yansımaları ve kırılması, ayna ve merceklerde görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri, ayna – nesne ve ayna – gözlemci ilişkisi konularında öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda kavramsal değişim sürecine yönelik öğretim aşaması, iki farklı öğretim modeli (yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modeli, tanımlayıcı - tündengelim modeli) çerçevesinde yapılandırılmıştır. Öğretim sürecinin sonunda yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modelinin; öğrencilerin derse olan motivasyonunu, aynalar konusundaki kavramsal değişim sürecini ve elde edilen bilimsel fikirlerin kalıcılığını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Şen [157] çalışmasında, ilköğretim öğrencilerinin ışık, görme ve aynalar konusundaki kavram yanlışlarını ve öğrenme zorluklarını tespit etmiştir. Çalışmanın örneklemini üçüncü, beşinci ve yedinci sınıflarda okuyan toplam 304 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler, açık uçlu ve doğru-yanlış önermeli sorular kullanılarak toplanmıştır. Öğrencilerin; görme süreci, ışığın yayılması, düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri konularına ilişkin kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin kavramlara kendi içlerinde anlam yüklemelerine karşın bunları birbirleri ile ilişkilendiremedikleri görülmüştür.

Aynalar konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çalışma sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Buna karşılık kavram yanlışlarının giderilerek, kavram öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalarda, kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramsal değişimin sağlanması amacıyla; bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim etkinlikleri, kavramsal çatışma etkinlikleri, kavram haritaları ve yapılandırmacı kurama dayalı öğretim stratejileri kullanılmıştır [156, 158, 159, 160, 161] .

Galili [158] geometrik optik konuları ile ilgili olarak gerçekleştirdiği çalışmasında; “ışık kaynakları” ve “düzlem aynadaki görüntü oluşumu” konuları ile ilgili öğretim öncesi ve sonrasında öğrencilerin sahip olduğu fikirleri incelemiştir. Öğrencilerin bu konulara ilişkin alternatif görüşlere sahip oldukları, bu fikirleri erken yaşlarda edindikleri ve mevcut bilgilerini bilimsel gerçekler ile değiştirmekte istekli olmadıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda planlanan öğretim sürecinde; öğrencinin aktif olarak katıldığı ve “gözlemci” kavramının dikkate alınarak aynalara ilişkin kavramsal değişim etkinliklerinin tasarlandığı bir öğretim modelinden yararlanılmıştır. Kavramsal değişim sürecine ait öğrenci fikirleri öğrencilere ait yazılı ve sözlü etkinlikler yardımıyla ortaya çıkarılmıştır. Öğretim sürecinin sonunda öğretim modelinin kavramsal değişimi olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için özel etkinliklere dayalı bir öğretim yaklaşımına ihtiyaç duyulduğunu sonucuna varılmıştır.

Treagust [128]; “az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçişte ışığın kırılması” konusunda analogilerin kavramsal değişim sürecindeki rolünü, 10. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği bir çalışma ile incelemiştir. Analogilerin kavramsal değişim sürecine katkı sağladığını ve öğrencilerin ifade etmekte zorlandıkları düşüncelerini açıklama sürecinde analogilerden etkin bir biçimde yararlandıklarını vurgulamıştır.

Hubber [162] 10.sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişimlerini incelemiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin geometrik optik ile ilgili öğretim öncesi kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin kavram yanılgıları hedef alınarak yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretim tasarlanmıştır. Dokuz hafta süren öğretim süresince; görme, ışığın doğrusal yolla yayılması, yansıma, kırılma, görüntü oluşumu, sanal ve gerçek görüntünün oluşumu kavramlarında ortaya çıkan kavramsal değişim incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar; uygulanan öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamaların büyük bir bölümünün bilimsel olarak doğru açıklamalar olduğunu bulgulamıştır.

Hubber [159] bir başka çalışmasında lise öğrencilerinin geometrik optik konusu ile ilgili kavramsal değişim sürecini, yapılandırmacı öğretim kuramı ve geleneksel öğretim kuramı çerçevesinde incelemektedir. Veri toplama sürecinde,

geometrik optik konusunda geçen kavramların yer aldığı testlerden ve öğrenciler ile gerçekleştirilen küçük grup/sınıf tartışmalarından yararlanılmıştır. Öğrencilerin yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme çevresinde; düşüncelerini özgürce ifade edebildikleri, etkinlikler içerisinde etkin bir biçimde yer alabildikleri ve derse ilişkin motivasyonlarının üst düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Yapılandırmacı kurama dayalı öğretim metodunun öğrencilerin kavramsal değişim sürecini olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin geometrik optik konusuna ilişkin kavramların ortak yanlarının farkına varabildiği belirlenmiştir. Öğretmen tarafından bilgi aktarımının ağırlıkta olduğu ve öğrencinin pasif bir biçimde yer aldığı geleneksel öğretim metoduna dayalı öğretim sürecinde ise içerik bağımlı bir kavramsal değişimin gerçekleştiği ve bu metodun bilgilerin uzun süreli kalıcılığına olumsuz yönde etkide bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmanın modeli, uygulama basamakları, çalışma grubu, öğrenme planının tasarlanması, verilerin toplanması ve verilerin analiz süreci ile ilgili bilgilere yer verilmektedir.

3.1 Araştırma Modeli

Araştırma; uygulama öncesi, deneysel işlem (uygulama) ve uygulama sonrası olarak 3 farklı aşamadan oluşmaktadır. Uygulama öncesi, öğrencilerin konuya ilişkin kavram yanılgılarının belirlendiği aşamadır. Deneysel işlem süreci; 5E Öğretim Modeli çerçevesinde yapılandırılan ve kavramsal değişimi gerçekleştirmeye yönelik öğretim uygulamalarını kapsayan bir aşamadır. Deneysel desenin son aşaması olan uygulama sonrası süreç ise öğrencilerin kavramsal değişimlerinin ve 5E Öğretim Modelinin bu süreçteki etkisinin incelendiği değerlendirmeye yönelik bir aşamadır.

Araştırmada örnek olay (case study) yönteminin iç içe geçmiş tek durum deseni (an embedded single case design) kullanılmıştır. Yin [163] örnek olay yöntemini; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı, birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan bir yöntem olarak ifade etmektedir.

Örnek olay yönteminin uygulanacağı desen; tek bir durumu (okul, kurum vb.) veya bu durum içerisinde yer alan alt tabaka veya birimleri (kısım, şube vb.) kapsamına alabilir. Temel yapıların (kurum, okul vb.) altında yer alan ve çok sayıdaki alt birimden oluşan yapılar (kısım, zümre vb.) “içi içe geçmiş üniteler” olarak tanımlanmaktadır. İç içe geçmiş bu üniteler, temel yapının içerisinde “örnekleme” veya “kümeleme” teknikleri yardımıyla seçilebilir [164].

Çalışmada yararlanılan iç içe geçmiş tek durum deseni örnek olay yönteminin desenleri arasında yer alan ve okulu oluşturan alt birimleri (örneğin ilk kısım, orta kısım gibi ya da her kısım içinde zümreler gibi) analiz ünitesi olarak incelemeye fırsat tanıyan bir desendir. İç içe geçmiş durum çalışmasında; ele alınan veya araştırmaya dâhil edilen her bir durum, kendi içinde çeşitli alt birimlere ayrılarak çalışılmaktadır [165].

Araştırmada, öğrenme sarmalına uygun olarak tasarılan 5E öğretim modelinin kavramsal değişim sürecine olan etkisi, iç içe geçmiş tek durum deseni yardımıyla incelenmiştir. Test edilecek özellikler araştırmanın amacına uygun olarak belirlenmiş; öğrencilerin kavram yanılgıları ve öğretim sürecinde kazandırılması gereken hedef davranışlar dikkate alınarak öğrenme ortamı tasarlanmıştır.

3.2 Çalışma Grubu

Çalışma; Balıkesir il merkezinde bulunan İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinde gerçekleştirilmiştir. Okul laboratuvarlarının fiziki yapısının ve malzeme yeterliliğinin üst seviyede oluşu, sınıflardaki öğrenci sayılarının uygulamayı etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeye imkân sağlaması (20 – 25 öğrenci), okul yönetimi ve ders öğretmenlerinin eğitimde yeni yaklaşımları uygulama konusundaki destek ve kararlılıkları; araştırma sürecinde İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinin tercih edilmesinin nedenleri arasında sayılabilir.

İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinde bulunan 9. sınıf öğrencilerinin tamamı analiz birimi olarak kabul edilmiş; öğrencilerin 1. dönem fizik dersi notları ve kavram testinin ilk uygulaması sonucu elde edilen puanlar dikkate alındığında, 9-A ve 9-C sınıfları çalışmanın uygulanacağı sınıflar olarak belirlenmiştir. 9-A ve 9-C sınıflarının 1. dönem Fizik dersi notlarının karşılaştırılmasından elde edilen bulgular Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 9-A ve 9-C Sınıflarının 2007-2008 Öğretim Yılı Fizik Dersi 1. Dönem Karne Notlarının Karşılaştırılması

Ders	Sınıflar	N	X	t	p
Fizik	9-A	22	3.56	0.80	0.36
	9-C	24	3.62		

Çizelge 3.1’de 9-A sınıfının 1. dönem karne notu ortalamasının 3.56, 9-C sınıfının ise 3.62 olduğu görülmektedir. Bağımsız gruplar için uygulanan t-testi sonuçları dikkate alındığında, dönem sonunda elde edilen karne notları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p=0.36>0.05$). 9-A ve 9-C sınıflarının kavram testinin ilk uygulamasından elde ettikleri puanların karşılaştırılmasından elde edilen bulgular ise Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 9-A ve 9-C Sınıflarının Kavram Testi Puanlarının Karşılaştırılması

Sınıflar	N	X	t	p
9-A	22	2.32	0.74	0.28
9-C	24	2.48		

Çizelge 3.2’de 9-A sınıfının kavram testinden elde ettikleri puanların ortalaması 2.32, 9-C sınıfının ise 2.48 olduğu görülmektedir. Bağımsız gruplar için uygulanan t-testi sonuçları dikkate alındığında, kavram testinin ilk uygulamasından elde edilen puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p=0.28>0.05$). Sonuçlar incelendiğinde, 9-A ve 9-C sınıflarının akademik başarı ve kavrama düzeyi açısından denk olduğu söylenebilir. Çalışmada yer alan öğrencilerin dağılımı Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Öğrencilerin Dağılımı

Şube	Öğrenci Sayısı (n)	Kız	Erkek
9-A	22	13	9
9-C	24	11	13

Millar [72] yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı uygulamalardaki eleştirisinde; 25 veya daha fazla öğrencinin bulunduğu sınıflarda, kullanılabilir düzeyde uygulamalar sağlayabilmek konusunda sorunlar bulunduğunu ifade etmektedir. Bu araştırmanın uygulandığı şubeler Çizelge 3.3’de görüldüğü gibi en fazla 24 öğrenciden oluşmaktadır.

3.3 Araştırmacının Rolü

Araştırmacı; kavramsal çerçevenin oluşturulması, öğrenme çevresinin tasarlanması ve öğretimin uygulanması aşamalarını kendisi yürütmüştür. 5E öğretim modeli çerçevesinde; öğrenme planı ve öğrenci kılavuzunun oluşturulması, veri toplama araçlarının yapılandırılması ve öğrenme sürecinde kullanılan materyallerin geliştirilmesi aşamasında etkin bir biçimde yer almıştır.

Nitel araştırmalarda, araştırmacının uygulama sürecinde yer alması, çalışmaya katılan bireyler ile doğrudan görüşmeler yapması, olayların doğal akışını etkileyebilmektedir. Çünkü bu durumda elde edilen verilerin yeterince nesnel olmadığı düşünölmektedir. Ancak, araştırmanın temelinde yer alan kavramsal çerçevenin çalışması için araştırmacının incelenilen olayın gerçekte olduğu öğrenme sürecinde yer alması ve öğrenenlerle yüz yüze görüşmeler yapması gerekmektedir. Bu durumda araştırmacının, incelediği olgu ya da olayı mümkün olduğunca gerçekte ve açık bir şekilde tanımlayabilmesi önem kazanmaktadır [166]. Bu süreçte araştırmacı; öğretimin yapılandırılmasında kullanılan kavramsal çerçeveyi, çalışma süresince izlediği aşamaları, veri toplama ve analiz yöntemlerini ayrıntılı ve açık bir biçimde rapor ederek araştırmanın güvenilirliğini artırmaya çalışmıştır. Araştırmada elde edilen bulguların, yorumların ve ulaşılan sonuçların kanıtları veri toplama araçlarından (kavram testi, görüşme vb.) doğrudan yapılan alıntılarla desteklenmiş ve bu şekilde nesnel sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın gerçekte yapıldığı İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinde görev yapan öğretmenlerin;

- Kavramsal değişim teorisi, yapılandırmacılık kuramı ve 5E öğretim modeline ilişkin hazır bulunuşluk seviyelerinin düşük olması,
- Öğretim sürecinin yapılandırılması faaliyetlerine (öğrenme planının tasarımı, veri toplama araçlarının ve materyallerin geliştirilmesi vb.) etkin olarak katılmamaları öğretimin uygulama aşamasının araştırmacı tarafından yürütölmesinin diğer nedenleri arasında sayılabilir.

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde; araştırmanın alt problemlerine cevap bulabilmek için uygulanan ölçme araçları hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma süresince öğrencilere uygulanan veri toplama araçları Çizelge 3.4'te görülmektedir.

Çizelge 3.4 Veri Toplama Araçları

	Uygulama Öncesi	Deneysel İşlem (Uygulama)	Uygulama Sonrası
Çalışma Grubu	- Kavram Testi - Yarı Yapılandırılmış Görüşme (Aynalar)	- Kamera Kaydı, - Yansıtıcı Günlük	- Kavram Testi - Yarı Yapılandırılmış Görüşme (Aynalar) - Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi - Yapılandırılmış Görüşme (5E Öğretim Modeli)

5E öğretim modeli ve aynalar konusu ile ilgili olarak literatürde yer alan çalışmalardan yararlanılarak araştırmacı tarafından düzenlenen ve konunun uzmanları tarafından incelenerek son hali verilen veri toplama araçları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.4.1 Kavram Testi

Bu çalışmada kullanılan kavram testinin amacı; uygulama öncesi öğrencilerin aynalar konusundaki ön bilgilerini ve kavram yanılgılarını belirlemek, uygulama sonunda ise kavram yanılgılarının giderilmesinde uygulanan öğrenme sarmalına dayalı 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmaktır.

Driver ve Erickson (1983), öğrencilerin düşünce biçimlerini ortaya koymada kullanılan yaklaşımları kavramsal (conceptual) ve olaysal (phenomenologically) çerçeve olarak iki farklı boyutta ele almıştır. 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 [167].

Kavramsal çerçeve temelli sorular; önceden öğretilmiş ya da öğretilmekte olan belli konuların öğrenciler tarafından ne derece iyi kullanıldığını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Olaysal çerçevede yazılan sorularda ise öğrencilerin okulda öğrendikleri ve günlük deneyimler ile kazandıkları bilgilerden hangilerini nasıl kullandıklarını keşfetmek ve günlük deneyimleri içeren bilgilerin ne derece uygun kullanıldığını belirlemek amaçlanmaktadır [155]. Araştırmada; görsel olması, öğrencilerin ilgisini çekmesi ve daha kapsamlı veriler elde edilmesine imkan vermesi nedeniyle olaysal temelli sorular tercih edilmiştir.

Kavram testi; konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalardan, üniversitelerin internet sayfalarında yer alan optik konusuna ait sorulardan ve kaynak kitaplardan faydalanılarak oluşturulan soru bankası içerisinde kapsama uygun olaysal temelli soruların seçilmesi ile oluşturulmuştur. Kavram testinin pilot uygulaması 310 öğrenci üzerinde yapılmıştır. 12 maddeden oluşan kavram testinde yer alan 2 madde ölçmek istenen hedef davranışları belirlemede yetersiz kaldığı için testten çıkarılmıştır.

Testte düzlem aynalara yönelik 5, çukur aynalara yönelik 2, tümsek aynalara yönelik 2 ve görüntü çeşitleri ile ilgili 1 adet olmak üzere toplam 10 adet olaysal temelli soru yer almaktadır (EK – A). Düzlem ayna konusu ile ilgili soruların daha fazla olmasının nedeni, daha önce yapılan çalışmalarda düzlem ayna konusu ile ilgili olarak öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarının diğer konular ile karşılaştırıldığında daha fazla olmasıdır. Ayrıca düzlem ayna konusunun içeriğinde; “Görüş Alanı”, “Kesişen Aynalar” ve “Paralel Aynalar” konularının da yer alması düzlem ayna konusu ile ilgili daha fazla sorunun kavram testinde yer almasının bir başka nedenidir.

Soruların 9 tanesi açık uçlu, 1 tanesi ise çoktan seçmeli soru tipindedir. Çoktan seçmeli soruda, öğrencilerden işaretledikleri yanıtların nedenini de yazmalarının istendiği ayrı bir bölüm yer almaktadır. Kavram testi soruları çalışma grubu öğrencilerine uygulama öncesi ve sonrası uygulanmıştır. Sorular ile ilgili detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Soru 1: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru görüntü çeşitleri ile ilgilidir. Soruda bir çocuk aynaya bakmakta ve “*Aynadaki görüntüm sanalda olabilir, gerçekte!*” demektedir. Öğrencilere; çocuğun sanal ve gerçek görüntü kavramları ile neyi anlatmak istediği sorulmuştur. Bu soru ile öğrencilerin gerçek ve sanal görüntü ile ilgili düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 2: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru çukur aynaların günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgilidir. Soruda bir erkek ve bir kadın, çukur cisimlerin güneş ışığını belirli bir noktada toplama özelliğinden yararlanarak yemek pişirmektedirler. Bu soru ile öğrencilerin çukur aynanın günlük yaşamdaki kullanım alanları ve ışığı yansıtma özellikleri ile ilgili düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 3: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru düzlem aynada oluşan görüntü ile ilgilidir. Aynanın karşısında bir cisim ve cismin önünde de bir engel yer almaktadır. Öğrencilere, engelin görüntü oluşumuna olan etkisi sorulmaktadır. Bu soru ile öğrencilerin, düzlem aynada görüntü oluşumu ve engelin görüntü oluşumuna etkisi ile ilgili düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 4: Kocakulah [155]’ın çalışmasında yer alan bu soru çukur ve tümsek aynada görüntü oluşu ile ilgilidir. Soruda; profesör cisimleri büyük gösteren bir dikiz aynası satın almış, ancak arabasına taktığında aynanın ters gösterdiğini fark etmiştir. Bu karikatür yardımı ile öğrencilere profesörün nerede hata yaptığı sorulmaktadır. Bu soru ile çukur ayna ve tümsek aynanın görüntü özellikleri ile küresel aynalarda oluşan görüntüler arasındaki farklılıkların öğrenciler tarafından nasıl kavrandığını ve öğrencilerin küresel aynalarla düzlem aynaları birbirinden ayırt edip edemediklerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Soru 5: Heywood [168]’un çalışmasında yer alan bu soru düzlem aynada oluşan görüntü ile gözlemcinin konumu arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Daha kapsamlı bir veri elde edebilmek amacıyla, araştırmacı tarafından “lütfen yanıtlarınızın nedenlerini kısaca açıklayınız” ifadesi soruya eklenmiştir. Soruda öğrencilere; A, B ve C konumlarından aynaya bakan birinin cismin görüntüsünü nasıl göreceği sorulmaktadır. Bu soru; gözlemcinin konumunun aynada oluşan

görüntü ile olan ilişkisine yönelik öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir.

Soru 6: İki bölümden oluşan bu sorunun birinci bölümü araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Sorunun ikinci bölümü Galili, Goldberg ve Bendall [34]'ın çalışmasında yer almaktadır. Sorunun birinci bölümünde bir çocuğun aynadaki görüntüsü verilmiş, görüntünün nerede ve nasıl oluştuğu öğrenciye sorulmuştur. Sorunun ikinci bölümü çoktan seçmelidir. Öğrenciden bu bölümde, görüntünün hangi bölgede oluştuğunu seçenekler arasından işaretlemesi ve yanıtının nedenini verilen boşluğa yazması istenmektedir. Bu soru ile öğrencilerin, düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 7: İki bölümden oluşan bu soru Goldberg ve McDermott [151]'un çalışmasında kavramsal boyutta yer almaktadır. Soru, araştırmacı tarafından örnek bir olay doğrultusunda yeniden yapılandırılmış ve bu şekilde olaysal çerçeve temelli bir yapıya dönüştürülmüştür. Sorunun birinci bölümünde; farklı büyüklükteki aynalarda görüş alanının büyüklüğünün nasıl değiştiği, ikinci bölümünde; aynaya yaklaşan bir çocuğun aynada gördüğü alanın büyüklüğünün nasıl değiştiği sorulmaktadır. Bu soru ile düzlem aynada görüş alanının hangi değişkenlere bağlı olduğuna ilişkin öğrenci düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 8: Kocakulah [155]'in çalışmasında yer alan bu soru düzlem aynada oluşan görüntünün özellikleri ile ilgilidir. Soruda öğrencilere, bir saatin aynadaki görüntüsünün değişimi ve bu değişimin nedenleri sorulmaktadır. Bu soru ile düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntüde meydana gelen değişikliklere ilişkin öğrenci düşüncelerini belirlemek amaçlanmaktadır.

Soru 9: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru tümsek aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri ile ilgilidir. Soruda tümsek aynaya bakan bir kişinin görüntüsünde gerçekleşen değişimin nedeni ve aynanın büyüklüğü ile görüntü arasındaki ilişki sorulmaktadır. Bu soru ile tümsek aynada görüntü oluşumu ve özelliklerine ilişkin öğrenci düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

Soru 10: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soru çukur aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri ile ilgilidir. Soruda ukur aynaya bakan bir kişinin görüntüsünde gerçekleşen değişimin nedeni ve aynanın büyüklüğü ile görüntü arasındaki ilişki sorulmaktadır. Bu soru ile çukur aynada görüntü oluşumu ve özelliklerine ilişkin ğrenci düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

3.4.2 Görüşmeler

Literatürde; yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmakzere  tür görüşme yer almaktadır. Önceden belirlenmiş bir dizi soru ve cevabı içeren görüşme türüne yapılandırılmış, açık uçlu soruları içeren görüşme türüne ise yapılandırılmamış görüşme başka bir ifade ile mlkat denir. Mlkat; ğretim öncesi, sonrası veya ğretim süresince herhangi bir konuyla ilgili olarak öğrencilerin düşüncelerini sebepleri ile beraber derinlemesine tespit etmek için bir ğrenci ya da ğrenci grubuyla yapılan konuşmalardır [169]. Görüşme sorularının önceden hazırlanđđđ, ancak görüşme sırasında kısmi esneklik sağlayarak soruların yeniden düzenlenmesine ve tartışılmasına imkân sağlayan görüşme şekli ise yarı yapılandırılmış görüşme olarak ifade edilir [170]. Bu çalışmada, yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır.

3.4.2.1 Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Öğrencilerin uygulama öncesi aynalar konusundaki n bilgilerini ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla uygulanan kavram testinden elde edilen veriler incelenmiş ve öğrencilerin konuya ilişkin düşünceleri elde edilmiştir. Öğrencilerin bu düşüncelere nasıl ulaştıkları ve bilimsel kavramlardan farklı bir şekilde nasıl yapılandırdıklarını ayrıntılı olarak incelemek maksadıyla, öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme formunun öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının nedenlerini belirlemeye yönelik olarak her ğrenci için ayrı ayrı belirlenen sorulardan oluşması ve süreç içerisinde öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda araştırmacıya esneklik ve tartışma imkânı vermesi nedeniyle bu aşamada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir.

Öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtların desteklenmesine yönelik olarak her öğrenci için ayrı ayrı hazırlanan görüşme soruları (EK - B) 16 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrenci sayısı; “seçilen öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtların, belirlenen tüm kavram yanılgılarını içermesi” şartı dikkate alınarak belirlenmiştir. Öğrenci yanıtları ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

3.4.2.2 5E Öğretim Modeline Yönelik Yapılandırılmış Görüşme

Aynalar konusuyla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde yararlanılan öğrenme sarmalına dayalı 5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiğini belirlemek amacıyla yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır. Görüşme sorularının içeriğinin önceden belirlenmiş olması ve görüşmelerin bu sınırlar dahilinde gerçekleştirilmesi nedeniyle araştırmada yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Görüşme; grup odaklı olarak, 3 kişiden oluşan 3 farklı grubun katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama ile gruplarda yer alan bireylerin birbiri ile etkileşmesi ve bu şekilde zengin bir veri seti elde edilmesi amaçlanmıştır.

Öğretimi değerlendirmeye yönelik olarak uygulanan görüşme formu 5 sorudan oluşmaktadır (EK – C). Soruların 3 tanesi araştırmacı tarafından 5E öğretim modelinin öğretim sürecine olan yansımaları (öğrenciler arası iletişim, öğrencilerin araştırma isteği, günlük yaşama ilişkin çıkarımlar vb.) dikkate alınarak geliştirilmiş, 2 soru ise Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu'nun [171] çalışmasından alınarak yeniden düzenlenmiştir. Görüşme formunda yer alan sorular; 5E öğretim modeli ile işlenen dersler ile daha önceki fizik derslerinin karşılaştırılması, öğretim sürecinin öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumlarını değiştirip değiştirmediği, öğrenilen kavramların günlük yaşamla bağdaştırılması, öğrenciler arası etkileşim ve öğretim modelinin öğrencileri araştırmaya teşvik edip etmediği konuları ile ilgilidir. Grup odaklı olarak gerçekleştirilen görüşme ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

3.4.2.3 Aynalar Konusuna İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Görüşme sürecinin öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda daha esnek bir biçimde yapılandırılmasına ve öğrencilerle gerçekleştirilen tartışmalar doğrultusunda görüşmeye yeni bir yön verilebilmesine imkân sağladığı için bu

aşamada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Öğretim sürecinin sonunda uygulanan bu görüşme ile öğrencilerin aynalar konusuna ilişkin düşünce biçimleri ve kavram yanılgıları ile ilgili olarak daha detaylı ve derinlemesine bilgi edinebilmek ve kavram testinin son uygulamasından elde edilen verilerin desteklenmesi amaçlanmıştır.

Görüşme formunda yer alan sorular; öğrencilerin kavram testinin ilk ve son uygulamasına vermiş oldukları yanıtlar incelenerek her öğrenci için ayrı ayrı belirlenen sorulardan oluşmaktadır. Uygulama öncesi, öğrencilerin kavram testinde ifade ettikleri fikirlere nasıl ulaştıklarını belirlemek amacıyla uygulanan yarı yapılandırılmamış görüşme sorularından bu bölümde tekrar yararlanılmıştır. Aynalar konusuyla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde uygulanan öğrenme sarmalına dayalı 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla uygulanan bu görüşme formları, “düzlem ayna, tümsek ayna, çukur ayna” alt başlıklarında toplanmış sorulardan oluşmaktadır. Görüşmede yer alan soruların bir bölümü araştırmacı tarafından geliştirilmiş, bir bölümü ise Kocakulah’ın [155] çalışmasından alınarak yeniden düzenlenmiştir (EK – Ç).

3.4.3 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi

Öğretim sürecinin sonunda uygulanan bu anket ile 5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiği hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır. Araştırmacılar için geleneksel ve yapılandırmacı sınıflarda yapılandırmacı öğrenme kuramının boyutlarını araştırmak ve değerlendirmek amacıyla Taylor, Fraser ve Fisher [172] tarafından geliştirilen Constructivist Learning Environment Survey (CLES) ölçeği, anketin oluşum sürecinde ayrıntılı olarak incelenmiştir. CLES ölçeği öğrencilerin; “dünyayı algılama biçimlerine”, “fen hakkındaki düşüncelerine”, “düşündüklerini açıkça söyleyebilme becerilerine”, öğrenmeyi öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine” ve “öğretmen ve diğer öğrencilerle kurdukları iletişimin etkinlik derecesine” ilişkin veriler elde edebilmeyi amaçlamaktadır.

Fen laboratuvarlarının öğrenme ortamını değerlendirmek amacıyla Fraser, Giddings ve McRobbie [173] tarafından geliştirilen Science Laboratory Environment Inventory (SLEI), Aldridge, Fraser ve Huang [174] tarafından öğrenme ortamına daha zengin bir bakış sağlamak amacıyla önceki ölçeklerin modern boyutlarından yararlanarak geliştirilen WIHIC (What is Happening in This Class) ve Waldrup ve Fisher [175] tarafından öğrenme ortamlarını etkileyen kültüre duyarlı faktörleri genel bir yaklaşımla araştırmak ve değerlendirmek amacıyla geliştirilen CLEQ (Cultural Learning Environment Questionnaire) araştırma sürecinde incelenen diğer ölçeklerdir. Bunun yanı sıra yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme ortamlarını değerlendirmeye yönelik ölçeklerin kullanıldığı birçok araştırma, ölçmek istedikleri hedef ve davranışlar kapsamında incelenmiştir [176, 177, 178, 179, 180].

Yapılan incelemelerde bu ölçeklerin, tasarlanan bir öğrenme ortamının değerlendirilmesinden çok, mevcut öğrenme ortamlarının ilgili ölçeğin sahip olduğu nitelikler açısından genel bir bakışla araştırılmasını ve değerlendirilmesini hedef aldığı görülmektedir. Bunun yanında özellikle yapılandırmacı öğrenme kuramı açısından önemli nitelikler taşımasına karşın, incelenen ölçeklerin 5E öğretim modeline uygun ortamların araştırılmasına yönelik özgün bulguları sağlamada yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmalar neticesinde; Keser ve Akdeniz'in [148] "5E Modeline Uygun Olarak Tasarlanan Bütünleştirici Öğrenme Ortamlarını Değerlendirme Anketi (CLESAF- Constructivist Learning Environment Survey According to Five E Model)"nin (EK – D) literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan ölçeklerden daha kapsamlı ve verimli olduğu görülmüştür. Söz konusu ölçeğin 5E öğretim modelinin uygulama sürecine yönelik bilgi edinmek amacıyla kullanılmasına karar verilmiştir.

Öğrenme çevresi değerlendirme anketinde yer alan 50 maddenin seçtikleri kaynaklara göre dağılımı Çizelge 3.5'te, anketin aşamalarına ait güvenirlilik katsayıları ise Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5 Anketin son şeklinde yer alan 50 maddenin seçildikleri kaynaklara göre dağılımı

	CLES	CLEQ	WIHIC	CLESAF	Toplam
Giriş	1	3	2	4	10
Keşfetme	4	-	5	1	10
Açıklama	3	1	4	2	10
Derinleştirme	1	1	6	2	10
Değerlendirme	-	-	-	10	10
Toplam	9	5	17	19	50

Çizelge 3.6 Anketin aşamalarına ait güvenilirlik katsayıları

Aşamalar	Güvenirlik Katsayısı
Giriş	0,67
Keşfetme	0,77
Açıklama	0,73
Derinleştirme	0,62
Değerlendirme	0,74

Güvenirlik katsayıları 0.62 ile 0.77 arasında değişmektedir. Literatürle belirtilen 0.6'lık eşik değerinin bu anket için aşılmış olmasından dolayı anket güvenilir olarak kabul edilmektedir [181].

3.4.4 Öğretim Sürecinde Kullanılan Diğer Veri Toplama Araçları

3.4.4.1 Yansıtıcı Günlük

Öğrenme sarmalına dayalı 5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiğini belirleyebilmek amacıyla, araştırmacı tarafından geliştirilen yansıtıcı günlük 3 maddeden oluşmaktadır (EK – E).

YANSITICI GÜNLÜK	
Ünite : Aynalar	Konu :
Öğrencinin Adı – Soyadı :	Tarih :
— Bugün Derste Neler Öğrendin?	
— Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığımda ne gibi farklılıklar gözlemledim?	
— <u>Dersin işleniş şekli</u> ve <u>yapılan etkinlikler</u> ile ilgili düşüncelerim nelerdir?	

Şekil 3.1 Yansıtıcı Günlük

Öğrencilerden; düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna konularının öğretim uygulamalarının sonunda düşüncelerini yansıtıcı günlüklere aktarmaları istenmiştir. Günlük formunda yer alan sorularda öğrencilere; derste neler öğrendikleri, dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşünceleri ve 5E öğretim modelinin uygulandığı ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdıklarında ne gibi farklılıklar gözlemledikleri sorulmuştur.

3.4.4.2 Kamera Kaydı

Uygulama aşamasında, öğretim süreci ve çalışma gruplarının yaptıkları etkinlikler kamera ile kayıt altına alınmıştır. Öğretim sürecinde; 3 öğrenciden oluşan iki farklı öğrenci grubunu (2 adet) ve tüm sınıfı kayıt altına alan (1 adet) toplam 3 kameradan yararlanılmıştır. Toplam kayıt süresi 300 dakika sürmüştür. Kamera kayıtlarının değerlendirilmesi sürecinde kullanılmak üzere, öğrenci ve öğretmen davranışlarını ölçmemize yardımcı olan 2 farklı kamera kayıtlarını değerlendirme formu araştırmacı tarafından geliştirilmiştir (EK – F).

Formların geliştirilmesi sürecinde; öncelikle öğretmen ve öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulanması aşamasında göstermesi beklenen davranışlar belirlenmiştir. Davranışların belirlenmesi aşamasında, 5E Öğretim Modelinin uygulama sürecini incelemeye yönelik olarak gerçekleştirilen farklı çalışmalardan yararlanılmıştır [97, 98, 182, 183].

Belirlenen davranışların eğitim uzmanları tarafından incelenerek; girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamaları için kategorilere ayrılması ile formlara son hali verilmiştir. Formlardan elde edilen veriler; kavramsal değişim sürecine ve 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarına ilişkin değerlendirmelerde bulunmak amacıyla kullanılmıştır.

3.4 Veri Toplama Araçları İle İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bilimsel araştırmalarda geçerlik araştırma sonuçlarının doğruluğu, güvenilirlik ise sonuçların tekrar edilebilirliği ile ilgilidir [165]. Araştırmada geçerlik ve güvenilirliklerinin sağlanmasına yönelik olarak bazı önlemler alınmıştır.

3.4.1 Geçerlik Çalışmaları

Geçerlik kısaca araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinir. Dış geçerlik, kullanılan veri toplama aracının benzer gruplarda benzer sonuçlar doğurup doğurmayacağına, iç geçerlik ise araştırmacının ölçmek istediği veriyi, kullandığı araç ya da yöntemle gerçekten ölçüp ölçemeyeceğine ilişkindir [184]. Araştırmada geçerliğin sağlanmasına yönelik alınan önlemler şu şekildedir.

3.4.1.1 İç Geçerliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar

- Araştırma alanına yakınlık, yüz yüze görüşmeler yolu ile ayrıntılı ve derinlemesine bilgi toplama, gözlemler yolu ile doğrudan ve olayın gerçekleştiği ortam içinde bilgi toplama, uzun süreli bilgi toplama ve elde edilen bulguların teyit edilebilmesi için alana geri gidebilme araştırmalarda geçerliği sağlayan önemli özelliklerdir [184]. Bu doğrultuda araştırmacı; esnek bir uygulama süreci ile öğretimi yapılandırmış ve bu şekilde araştırmacının geçerliğini artırmaya çalışmıştır. Araştırma süresince çok farklı görüşme türleri (yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış) ve tekniklerinden (bireysel, grup) yararlanılmış, yapılan görüşmeler diğer veri toplama araçları (kavram testi, kamera kaydı vb.) yardımıyla toplanan bilgilerin ve elde edilen bulguların desteklenmesine yardımcı olmuştur.

- Araştırmanın iç geçerliğini sağlamak anlamında, görüşülen bireylerden doğrudan alıntılara yer verilmiş ve daha sonra bu veriler yorumlanmıştır. Bulguların anlamlılığını ve bütünlüğünü test etmek için izlenen nitel yöntemlerde ve veri kaynaklarında çeşitlenmeye gidilerek araştırmacı tarafından geliştirilen analiz stratejisiyle bulguların inandırıcılığı sürekli test edilmiştir [185].

- Kavram testinde ve değerlendirme sürecinde kullanılan veri toplama araçlarında (anlam çözümleme tabloları, alıştırılmalar vb.) yer alan soruların seçiminde, konu ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan sorulardan faydalanılmıştır. Bu şekilde kavram testinin iç geçerliğinin sağlanmasına katkıda bulunulmuştur.

- İç geçerliği desteklemek için bulguların kuramsal bağlamla uygunluğu test edilmiş, veri toplama araçlarının ilgili alanyazınla tutarlılığı sağlanmıştır [185].

- Araştırmacı i geçerliği sağlama anlamında; sürekli olarak kendisini ve araştırma sürecini eleştirel bir gözle sorgulamış, veri toplama araçları yardımıyla elde edilen bulguların gerçeği yansıtıp yansıtmadığını kontrol etmeye çalışmıştır. Elde edilen bulgular, farklı veri kaynakları (görüşme, anket, kamera kaydı vb.) ile desteklenmiştir.

3.4.1.2 Dış Geçerliği Sağlamaya Yönelik alışmalar

- Araştırmanın ğretim süreci, başka araştırmalarla karşılaştırma yapabilecek düzeyde ayrıntılı olarak sunulmuştur.
- Araştırmacı dış geçerliği sağlama anlamında; çalışma grubunun, ortamın ve araştırma sürecinin ayrıntılı olarak tanımlanmasına zen göstermiştir. Araştırma sonuçları ayrıntılı bir şekilde aktararak, okuyucuların geçerli olabilecek dersler ve deneyimler çıkarabilmeleri amaçlanmıştır.
- Araştırmacı ulaştığı bulguları, kuramsal bağlamla bağdaşırlık açısından sürekli test etmiş; böylelikle bulguların anlamına ve kuramın uygulamadaki gerçekliklerine ulaşmaya çalışmıştır [185].

3.4.2 Güvenirlik alışmaları

Güvenirlik kısaca araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği ile ilgilidir. Dış güvenirlik, araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilip edilemeyeceğine, i güvenirlik ise başka araştırmacıların aynı veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşıp ulaşmayacağına ilişkindir [184]. Araştırmada güvenirliğin sağlanmasına yönelik alınan önlemler şu şekildedir.

3.4.2.1 İ Güvenirliği Sağlamaya Yönelik alışmalar

- Araştırmacı i güvenirliği sağlama anlamında; veri toplama araçlarından elde ettiği bilgileri herhangi bir yorum katmadan okuyucuya sunmuş ve yorumunu daha sonraya bırakmıştır.

• Değişik veri toplama yöntemleri (görüşme, kavram testi, günlük vb.) kullanılarak çeşitleme yapılmış; kavram testi ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen veriler görüşmeler ile desteklenerek ulaşılan sonuçların inandırıcılığı artırılmıştır.

• Araştırma bulgularına ve sonuçlarına ulaşıldığında aynı türden bulgulara aynı türden yorumların yapıp yapılamadığı ve benzer sonuçlara ulaşıp ulaşılmadığı döngüsel olarak analiz sürecinde izlenen strateji kullanılarak kontrol edilmiştir. Böylelikle sonuçların, verilerle tutarlı olup olmadığı sürekli gözden geçirilmiştir [185].

• Veri analizinin; araştırmacı tarafından tasarlanan ve ayrıntılı olarak tanımlanmış bir kavramsal çerçeveye (kavramsal değişim teorisi) bağlı olarak gerçekleştirilmiş olması iç güvenirliliği zenginleştiren bir başka etken olarak ifade edilebilir.

• İç güvenirliliğinin sağlanması çalışmalarını kapsamında alınan bir diğer önlem, elde edilen verilerin analizinde ikincil araştırmacı kullanılmasıdır. İkincil araştırmacılar kavram testinin ve kamara kayıtlarının değerlendirilmesi sürecinde görev almışlardır.

Kavram Testi: Kavramsal anlama testlerinde yer alan soruların açık uçlu kısımlarının analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek bir takım yanılguların giderilmesi amacıyla aynı alanda çalışan bir başka araştırmacı tarafından elde edilen verilerin kodlanması gerekmektedir [186].

Bu süreçte öncelikle ikincil araştırmacı ile birlikte kavram testinde yer alan sorular ile ilgili kategori tabloları (görüntü oluşumu, görüş alanı, görüntü özellikleri vb.) oluşturulmuştur. Çalışma grubunun ortalama % 50'lik kısmı (23 öğrenci) rasgele seçilmiş ve teste verdikleri yanıtlar Çizelge 3.7'de verilen sayısal değerlendirme ölçütü yardımıyla değerlendirilmiştir [187].

Çizelge 3.7 Dereceli Puanlama Anahtarı

Sayısal Değer veya Kavramın Öğrenilmiş Olma Derecesi		Değerlendirmede Kullanılan Ölçüt
Yanıt yok	0 Puan	Kavram hiç yok.
Kodlanamaz Yanıt	1 Puan	Verilmesi istenen yanıtın tamamen tersi cevaplar veya yanlış kavramlar var.
Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıt	2 Puan	Hatalar ve kavram yanılgıları var.
Kısmi Yanıt	3 Puan	Kavram kısmen öğrenilmiş.
Tam Yanıt	4 Puan	Kavramın tüm parçaları var, cevap bilimsel olarak kabul edilebilir.

Son aşamada araştırmacının ve uzmanın değerlendirmeleri karşılaştırılmış ve her bir soru için tutarlılık yüzdesi aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır [188].

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

p: Tutarlılık yüzdesi
 N_a : İki kodlamada aynı şekilde kodlanan ğrenci sayısı
 N_t : Kodlanan toplam ğrenci sayısı

Kavram testinde yer alan soruların araştırmacı ve ikincil araştırmacı tarafından değerlendirilmesi sonucu elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları izelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Araştırmacı ve İkinil Araştırmacı Tarafından Yapılan Değerlendirmelere İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri

Soru Numarası	p (Tutarlılık Yüzdesi)	Ortalama p
1	0,92	0,889
2	0,85	
3	0,90	
4	0,96	
5	0,82	
6	0,80	
7	0,94	
8	0,92	
9	0,86	
10	0,92	

Çizelge 3.8'de görüldüğü gibi sorulara ilişkin tutarlılık yüzdelerinin ortalaması % 88,9'dur. Bu durumda; kavram testinden elde edilen sonuçların araştırmacının kendi görüşlerinden ziyade elde edilen verilere dayandığı söylenebilir.

Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu: Öğretmen ve ğrenci davranışlarını ölçmek amacıyla geliştirilen formlar, araştırmacının dışında iki farklı eğitim uzmanı tarafından yorumlanmıştır. Formlara ilişkin olarak, araştırmacının ve eğitim uzmanlarının değerlendirmeleri karşılaştırılmış ve tutarlılık yüzdesi aşağıdaki bağıntıdan yararlanarak hesaplanmıştır. Bu uygulama ile araştırmanın i güvenirliği artırmak amaçlanmıştır.

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

p: Tutarlılık yüzdesi
 N_a : İki kodlamada aynı şekilde kodlanan madde sayısı
 N_t : Kodlanan toplam madde sayısı

Öğretmen davranışlarını ölçmek amacıyla geliştirilen kamera kayıtlarını değerlendirme formuna ilişkin tutarlılık yüzdeleri Çizelge 3.9'da, öğrenci davranışlarını ölçmek amacıyla geliştirilen kamera kayıtlarını değerlendirme formuna ilişkin tutarlılık yüzdeleri Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formuna İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri (Öğretmen)

	p (Tutarlılık Yüzdesi)	Ortalama (p)
Araştırmacı ile Eğitim Uzmanı (1)	0,92	
Araştırmacı ile Eğitim Uzmanı (2)	0,88	
Eğitim Uzmanı (1) ile Eğitim Uzmanı (2)	0,94	0,90
Araştırmacı, Eğitim Uzmanı (1) ile Eğitim Uzmanı (2)	0,86	

Çizelge 3.10 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formuna İlişkin Tutarlılık Yüzdeleri (Öğrenci)

	p (Tutarlılık Yüzdesi)	Ortalama (p)
Araştırmacı ile Eğitim Uzmanı (1)	0,94	
Araştırmacı ile Eğitim Uzmanı (2)	0,88	
Eğitim Uzmanı (1) ile Eğitim Uzmanı (2)	0,90	0,89
Araştırmacı, Eğitim Uzmanı (1) ile Eğitim Uzmanı (2)	0,84	

Büyüköztürk [189] tutarlılık yüzdesinin % 70'in üzerinde olması durumunda analizlerin güvenilir olduğunu belirtmektedir. Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.10'da görüldüğü gibi tutarlılık yüzdelerinin ortalamaları % 90 ve % 89 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar kamera kayıtlarını değerlendirme formundan elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve araştırmanın başkaları tarafından kabul edilme oranını artırmaktadır.

3.4.2.2 Dış Güvenirliği Sağlamaya Yönelik Çalışmalar

- Uygulama öncesi kavram testinin ön denemesi gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinin sonunda öğrencilerin fikirlerini açıkça ortaya koyabilecekleri rahat ortamlarda görüşmeler yapılmış, görüşme verileri kayıt altına alınmıştır. Öğretim süreci kamera ile kayıt altına alınarak bilgi kaybı önlenmiştir [185].

- Dış güvenilirlik konusunda araştırmacının alabileceği en önemli önlem; araştırmanın temel aşamaları ve araştırma sürecindeki kendi konumu ve yaklaşımı konusunda ayrıntılı ve açık bilgi vermektir [165]. Araştırmacı; kavramsal çerçevenin oluşturulması, öğrenme çevresinin tasarlanması ve öğretimin uygulanması aşamalarını kendisi yürütmüştür. Araştırmada izlediği aşamaları ayrıntılı ve açık bir biçimde rapor ederek araştırmanın dış güvenilirliğini artırmaya çalışmıştır. Öğrencilerin konumunu açık bir şekilde ifade ederek benzer bir çalışma yapmayı planlayan araştırmacılara fikir verebilmeyi amaçlamıştır.

- Veriler araştırmacıdan bağımsız ve nesnel olarak yazılmış; her bulgunun, her yorumun ve ulaşılan her sonucun birçok kanıtı, katılımcıların bakış açılarından ve süreçteki oluşumlarından doğrudan yapılan alıntılarla desteklenmiş ve bu şekilde nesnel sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır [185].

- Dış güvenilirliği sağlama anlamında alınan bir diğer önlem; veri toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili ayrıntılı açıklamaların yapılması ve verilerin analiz sürecinde kullanılan kavramsal çerçevenin tanımlanmasıdır. Bu amaçla; kavram testi, görüşme ve kamera kayıtları, yansıtıcı günlükler ve anlam çözümleme tablolarına ait uygulama ve analiz aşamaları, elde edilen sonuçların nasıl birleştirildiği ve sunulduğuna ilişkin süreçler ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

- Her veri kaynağından sağlanan ham verileri oluşturan; kavram testleri, görüşme kasetleri, kamera kayıtları ve yansıtıcı günlükler arşivlenerek saklanmıştır [185].

3.5 Uygulama Süreci

Bu bölümde; kavramsal değişimin gerçekteştirilmesine yönelik olarak 5E Öğretim Modeli çerçevesinde yapılandırılan araştırmanın uygulama basamaklarına ve bu doğrultuda öğrenme planının tasarlanması sürecine yer verilmiştir.

3.5.1 Araştırmanın Uygulama Basamakları

2007-2008 Eğitim-Öğretim Yılında İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinde gerçekteştirilen çalışma 7 haftalık bir zaman dilimini kapsamaktadır.

1. Araştırmanın uygulama süreci öncesinde veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan kavram testinin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları 01-23 Ekim 2007 tarihleri arasında (3 hafta) gerçekleştirilmiştir.

2. Çalışma grubunu oluşturan İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesi 1. sınıf öğrencilerine 25 Ekim 2007 tarihinde 5E Öğretim Modeli ve uygulaması hakkında bir sunu yardımıyla bilgi verilmiştir.

3. İstanbulluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesi 1. Sınıf öğrencileri arasından seçilen iki şube (9-A ve 9-C) çalışma grubu olarak belirlenmiştir.

4. Araştırma öncesinde öğrenciler beş ve altı kişilik gruplara ayrılmıştır. 5E öğretim modeli uygulanırken öğrencileri gruplara ayırmanın amacı; gruplar arasında rekabet ortamı oluşturmak ve işbirliği içinde birbirlerine yardımcı olmalarını sağlamaktır.

5. Öğrencilerin aynalar ünitesine ilişkin ön bilgilerini belirlemek amacıyla kavram testi oluşturulmuş ve 31 Ekim 2007 tarihinden itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Kavram testinde elde edilen veriler değerlendirilmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen 16 öğrenci ile 15 – 25 Kasım 2007 tarihleri arasında yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

6. Öğrenme sürecinde yapılması planlanan etkinliklerin hazırlanmasında; kazandırılması gereken davranışların yanı sıra, kavram testi ve görüşmelerden elde edilen veriler ile daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen kavram yanılgıları dikkate alınmıştır. Bu kapsamda; uygulama sürecine yönelik olarak her konu için öğrenme planları hazırlanmış, öğrencilerin etkinliklerde aktif rol alabilmesini sağlamak amacıyla öğrenci kılavuzları oluşturulmuştur.

7. Etkinliklerde kullanmak amacıyla deney malzemeleri, materyaller ve konu anlatımında yardımcı olacağı düşünülen sunular her konu için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

8. Kavramsal değişim sürecini değerlendirmek amacıyla aynalar ve kavramsal değişim sürecine yönelik görüşme formu hazırlanmıştır.

9. 5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiğini belirlemek amacıyla; yansıtıcı günlük, öğrenme çevresi değerlendirme anketi ve 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla görüşme formu oluşturulmuştur.

10. 5E öğretim modelinin uygulaması; düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna konularına yönelik olarak 03 Mart – 20 Nisan 2008 (7 hafta) tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve uygulama süreci kamera ile kayıt altına alınmıştır.

11. Öğrencilerin konulara dikkatlerini çekebilmek, öğretim sürecini pekiştirmek ve görsel zenginliği artırmak için; CD tabanlı paket programlar, araştırmacı tarafından oluşturulan kısa filmler ve internet siteleri yardımıyla elde edilen animasyonlar da öğretim sürecinde kullanılmıştır.

12. Değerlendirme sürecinde, öğrencilere yönelik olarak farklı derinleştirme etkinlikleri ve çalışma soruları uygulanmıştır. Çalışma soruları gruplar arası işbirliği sonucu ortaya çıkan dayanışmayı artırmak, konunun farklı gruplar arasında nasıl anlaşıldığını öğrenmek amacıyla her gruptan grup üyeleri tarafından seçilen bir öğrenciye çözdürülmüştür.

13. 5E öğretim modelinin uygulama süreci sonunda; öğrenci kılavuzları, anlam çözümü tablolari ve yansıtıcı günlükler değerlendirme amacıyla öğrencilerden toplanmıştır.

14. Araştırma sonunda, öğrencilerin kavramsal değişim sürecini incelemek amacıyla kavram testi yeniden uygulanmış, öğrenciler ile kavramsal değişim süreci ve aynalar konusuna ilişkin görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

15. Öğrencilerin 5E öğretim modeli hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla; Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi uygulanmış ve 9 öğrenci ile yapılandırılmış görüşme (grup odaklı) uygulaması gerçekleştirilmiştir.

16. Veri toplama araçlarından elde edilen bulgular uygun istatistikî teknikler belirlenerek analiz edilmiştir.

3.5.2 Öğrenme Planının Tasarlanması

Öğretim sürecinde; öğretim modelinin uygulamasına yönelik olarak öğrenme planları oluşturulmuştur. Öğrenme planının tasarlanması sürecinde 5E Öğretim Modelinin Aşamaları (Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme) ayrı ayrı incelenmiş, her aşama için farklı uygulamalar geliştirilmiştir.

Öğrenme planı öğretmenin bir ders saati içerisinde; hangi faaliyetleri ne amaçla gerçekleştireceğine, aşamalar arası geçişte hangi noktalara dikkat edeceğine yönelik ayrıntılı bilgiler içermektedir. Düzlem, çukur ve tümsek ayna konuları için hazırlanan öğrenme planlarında; dersin hedefleri ve öğrenme materyalleri hakkında bilgilere yer verilmekte, “Öğrenme Etkinliği” başlığı altında 5E öğretim modelinin tüm aşamalarına ait etkinlikler, kavram açıklamaları, günlük yaşamdan örnekler ve değerlendirme etkinlikleri yer almaktadır.

D. ÖĞRENME ETKİNLİĞİ:

ENGAGE EXPLORE EXPLAIN ELABORATE EVALUATE

1. GİRİS (ENGAGE):



➤ *Konuya merak uyandırmak amacıyla konunun önemi hakkında aşağıdaki bilgiler verilir.*

— Aynaların günlük yaşamda farklı yerlerde ve farklı amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Aynaların çeşitleri hakkında bilgi sahibi olmak, aynalarda oluşan görüntülerin özelliklerini ve oluşum aşamalarını kavramak, aynaların incelenmesi sürecinde dikkate alınması gereken noktalardır. Dersimizde; hayatın her alanında sıklıkla kullandığımız aynalar hakkında bilgi sahibi olacak, aynalarda oluşan görüntülerin hangi kurullarla açıklanabildiğini kavrayacağız.

Şekil 3.2 Öğrenme planında yer alan “öğrenme etkinliği” bölümü

Öğrenme planlarında yer alan etkinliklerin aşamalılık ilişkisini ayrıntılı olarak ifade edebilmek ve öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna konuları için öğrenci kılavuzları oluşturulmuştur (EK – G). Öğrenci kılavuzlarında, öğretim modelinin farklı aşamalarında kullanılmak üzere hazırlanan; düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna konularına ait toplam 20 etkinlik yer almaktadır. Etkinlikler giriş, keşfetme ve derinleştirme aşamalarında uygulanmış; öğrenciler etkinlikler ile ilgili düşüncelerini, elde ettikleri değerleri ve çözümlerini bu kılavuzlara aktarmışlardır. Öğrenci kılavuzları; öğrencinin derste aktif olmasına, bilgiyi yapılandırabilmesine ve grup arkadaşları ile etkileşmesine de yardımcı olmaktadır.


UYGULANAN ÖĞRETİM MODELİNİN ÖĞRENCİ KILAVUZU

Öğrencinin Adı – Soyadı : Sınıf: 9 - E

ETKİNLİK – 1 : “Düz Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

I. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

a. Sağ tarafta yer alan adam: “Aynadaki görüntüyü de eklerseniz...” diyerek neyi ifade etmeye çalışmaktadır? Yanıtımızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.

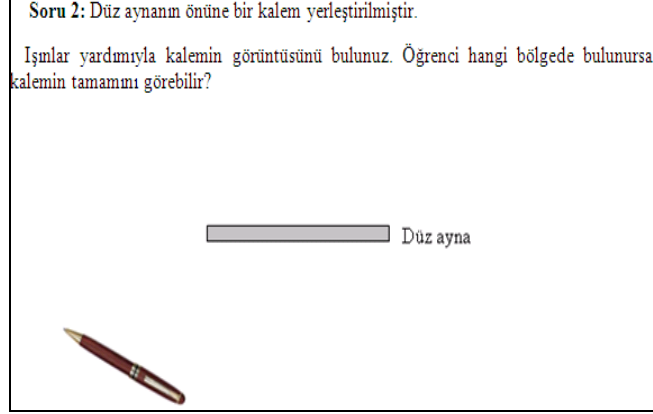


Şekil 3.3 Düzlem ayna konusuna ilişkin öğrenci kılavuzundan bir bölüm

Öğrenci kılavuzlarında, öğretim sürecinde gerçekleştirilen uygulamaların yeterliliğini ölçmek ve konuya ilişkin öğrenci fikirlerini elde edebilmek amacıyla; anlam çözümleme tablolarına yer verilmiştir. Kavramların analizine yönelik olarak iki boyutlu bir tablo şeklinde geliştirilen bu aracın; bir boyutunda özellikleri çözümlenecek kavramlar, diğer boyutunda ise özellikler yer alır.

Araştırmada kullanılan anlam çözümleme tabloları; öğrencilerin düzlem, çukur ve tümsek aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin bilgi seviyesini ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Öğretim sonrası öğrencilere uygulanan anlam çözümleme tabloları; düzlem ayna ile ilgili 1, çukur aynalar ve tümsek aynalar ile ilgili 2’şer adet olmak üzere toplam 5 adettir (EK – G).

Öğrenci kılavuzlarında; öğrencilerin öğretim sürecinde kazanmış olduğu bilgi ve becerileri yeni durumlara uygulayabilmelerine yardımcı olmak amacıyla “derinleştirme etkinliklerine” ve “alıştırma sorularına” (EK – G) yer verilmiştir.



Şekil 3.4 Düzlem ayna konusuna ilişkin alıştırma sorusu

5E Öğretim Modelinin uygulama süreci ayrıntılı olarak Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 5E Öğretim Modelinin Uygulama Süreci

Aşama	Gerçekleştirilen Faaliyetler
Giriş (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - Aynalar konusuna merak uyandırmak amacıyla konunun öneminin vurgulanması. - Öğrencilerin konu ile ilgili ne tür bilgilere sahip olduğunu belirleyebilmek için sorular sorulması. - Yapılacak etkinlikler ve izlenecek kısa filmler yardımıyla öğrencinin düşünmeye ve yeni fikirler üretmeye yönlendirilmesi.
Keşfetme (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - Planlanan etkinlikler yardımıyla öğrencilerin konuya ilişkin fikirler üretmesi ve süreçte aktif olarak yer alması. - Öğrencilerin gruplar halinde, işbirliği ve iletişim içinde çalışarak bilgiye ulaşması. - Öğrencilerin etkinliklere ilişkin düşünce ve görüşlerinin sınıf içi tartışma ortamı yaratılarak değerlendirilmesi.
Açıklama (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - Öğrencilerin, öncelikle kendi düşünceleri ve elde ettikleri veriler yardımıyla konuyu açıklamaya çalışmaları. - Öğrencilerin bulgu ve yargılarının, öğretmen tarafından sınıfta yaratılan tartışma sürecinde genellenerek kavramsallaştırılması. - Öğrencilerin kavramlara ilişkin bilimsel olmayan açıklamalarına ve ilişkisel olmayan yargılarına yeniden değinilmesi.
Derinleştirme (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - Konuya ilişkin tanımlar, açıklamalar ve kavramların yeni etkinliklere uygulanması. - Günlük yaşamda edindiğimiz deneyimlerin öğretmen ve öğrenciler tarafından aktarılması yardımıyla öğrencilerin mevcut kavram ve bilgilerinin derinleştirilmesi.
Değerlendirme (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - Öğrenme deneyimi boyunca; öğrencilerin yaptıkları tüm faaliyetlerin, sorulara verdikleri cevapların, grup içindeki etkinliğinin, arkadaşları ile çalışabilme becerisinin ve tüm aşamalarda sergilediği performansın değerlendirilmesi. - Öğrencilerin farklı ölçme araçları (yansıtıcı günlük, anlam çözümleme tabloları, alışımlar vb.) yardımıyla kendi bilgilerini, yeteneklerini, becerilerini değerlendirmeleri.

Ayrıca; öğretim modelinin uygulamasına geçmeden önce, konuya ilişkin amaçlar ile bilinmeyen kavramlar ortaya konulmuştur. Daha sonra modelin aşamaları aşağıda kısaca açıklandığı şekliyle uygulanmıştır.

3.5.2.1 Giriş (Engage) Aşamasında Yapılan Uygulamalar

Araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme planında detaylı olarak açıklanan bu aşamada; aynalar konusuna merak uyandırmak amacıyla konuya ilişkin bilgi verilmiştir. Konu ile ilgili olarak, dersten önce öğrenci gruplarının masalarının üzerine konulan etkinlik ve deneylere ilişkin materyallerin öğrenciler tarafından incelenmesi için süre verilmiş, bu şekilde öğrencilerin ilgisini çekebilmek amaçlanmıştır. Bu süre içerisinde gruplardaki öğrenciler sürekli işbirliği ve iletişim halinde olmuştur.



Öğretmen tarafından; öğrencilerin konu ile ilgili ne tür bilgilere sahip olduklarını öğrenmek amacıyla; “*Bu konu hakkında neler biliyorsun?*”, “*Sence bu olayın nedeni ne olabilir?*” şeklinde sorular yöneltilmiştir. Bu aşamada öğretmen, öğrencilerin tereddüt ettikleri noktalarda sordukları sorulara doğrudan cevap vermeksizin yönlendirme yaparak rehberlik etmiştir. Uygulanan etkinlikler yardımıyla, öğrencilerin olayı irdelemesi ve konuya olan ilgilerinin artması sağlanmıştır. Bu süreç; araştırmada kavramsal değişim stratejisi olarak kullanılan Cosgrove ve Osborne’un (1985) türetimci öğrenme modelinin “*Başlangıç*” aşamasına karşılık gelmektedir.

ETKİNLİK – 10 : “Çukur Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

1. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

a. Sizce baba neyi ifade etmeye çalışmaktadır?

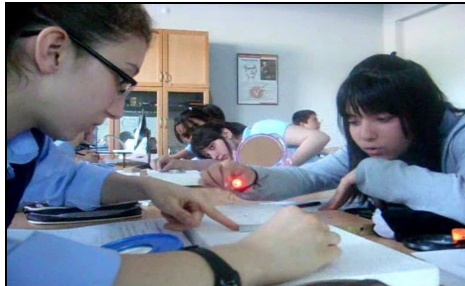


Şekil 3.5 Çukur ayna konusuna ilişkin etkinlik örneği

Sürecin sonunda öğrencilere konu ile ilgili kısa filmler izlettirilerek gerçek durumlar ile karşı karşıya kalmaları sağlanmıştır. Bu şekilde; öğrenciler düşünmeye sevk edilmiş, yöneltile sorular (“*Bu olayın nasıl gerçekleştiğini düşünüyorsun?*”, “*Bu düşüncenin nedenlerini açıklayabilir misin?*” vb.) yardımı ile değişik fikirlerin öğrenme ortamında tartışılmasına imkân sağlanmıştır. Öğrencilerin bu aşamada derse olan ilgisi ve motivasyonu artırılmaya çalışılmıştır. Öğrenciler; etkinlikler, filmler ve günlük yaşama ilişkin verilen bilgiler yardımıyla öğrenmeye istekli hale getirilmiştir. Öğrencilerde öğrenme ihtiyacı bu aşamada oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.5.2.2 Keşfetme (Explore) Aşamasında Yapılan Uygulamalar

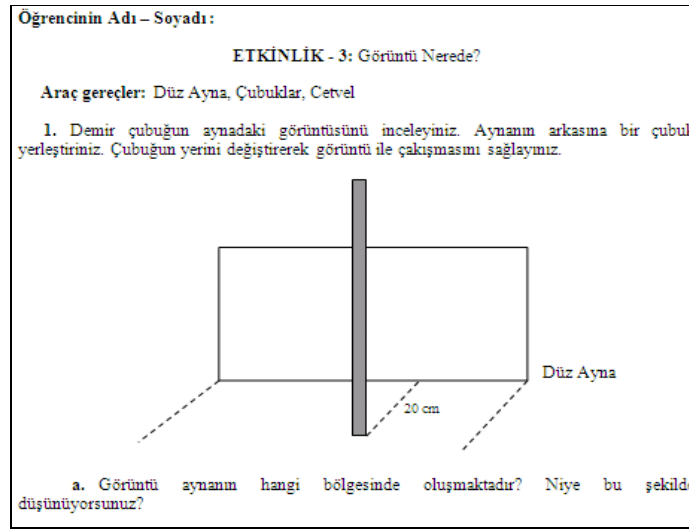
Araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme planında detaylı olarak açıklanan bu aşamada; öğrenciler çeşitli etkinlikler gerçekleştirmiş, elde ettikleri değer ve ifadeleri öğrenci kılavuzlarına aktarmışlardır. Öğretmen, etkinlikler süresince öğrencileri gözlemlemiş ve gerekli yerlerde sorular yönelterek (*Şöyle yaparsanız acaba ne olur?, Ne değişti?, Neden oldu?, Kavramlar arasında nasıl bir ilişki var? vb.*) yönlendirme ve rehberlik etmiştir.



Bu aşamada uygulanan etkinlikler belirlenirken; kavram testinin uygulanması sonucu öğrencilerde bulunan ve konuya ilişkin olarak daha önce yapılan araştırmalarda elde edilen kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Etkinlikler; kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına ve kavramsal değişim sürecinin verimli bir şekilde işlemesine imkân sağlayacak biçimde yapılandırılmıştır.

Öğrenciye kavramın içeriğini keşfetmesi için fırsatlar tanınan ve öğrencilerin kendi görüşlerini anlamlandırmaya çalıştıkları bu aşama; araştırmada kavramsal değişim stratejisi olarak kullanılan türetimci öğrenme modelinin “*Odaklanma*” aşamasına karşılık gelmektedir.

Keşfetme sürecinde uygulanmak üzere toplam 14 etkinlik planlanmıştır. Düzlem ayna konusunun keşfetme aşamasında; aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri ile ilgili 5, kesişen aynalar, paralel aynalar ve görüş alanı ile ilgili 1'er etkinlik olmak üzere toplam 8 etkinlik bulunmaktadır. Çukur ayna ve tümsek ayna konularının keşfetme aşamalarında yer alan 3'er etkinliğin; 2'si aynada görüntü oluşumu ve özellikleri, 1'i ise aynalardaki özel ışınlar ile ilgilidir.



Şekil 3.6 Düzlem ayna konusuna ilişkin etkinlik örneği

Keşfetme sürecinde kullanılan bu etkinliklerde; öğrencilerin nesnelere, olayları ya da durumları kavrayabilmesi ve yeni fikirlere ulaşabilmesi için yeterli süre verilmiştir. Öğrenciler işbirliği ve iletişim halinde olmuşlar, ulaştıkları fikirleri

öğrenme ortamında ifade edebilmişlerdir. Keşfetme aşamasının sonunda öğrenciler, kendi deneyim ve düşünceleri yardımı ile konuyu açıklayabilecekleri bir seviyeye ulaşmışlardır. Deneyimlerden elde ettikleri düşünceler ile daha önce sahip oldukları fikirler arasında öğretmenin rehberliğinde bağlantı kurarak, konuya ilişkin temel kavramları kendi ifadeleri ile açıklamaya ve yeniden yapılandırmaya hazır hale gelmişlerdir.

3.5.2.3 Açıklama (Explain) Aşamasında Yapılan Uygulamalar

Araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme planında detaylı olarak açıklanan bu aşamada; grupların daha önceki aşamalarda öğrenci kılavuzlarına aktardıkları bilgiler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Öğretmen bu bölümde konuyu öncelikle öğrencilere cevap verdirmek şartıyla anlatmaya, açıklamaya başlamıştır. Önce öğrenciler şimdiye kadar yapılan ders etkinliklerini, gözlemlerini ve öğrenci kılavuzlarındaki kayıtlarını kullanarak konuyu açıklamaya çalışmış, öğretmen bu açıklamalara ek açıklamalar yapmıştır.

Öğrenci Kılavuzu (Çukur Ayna)
Öğrencinin Adı – Soyadı : ETKİNLİK – 11 : Çukur Aynada Görüntü 1. Çukur aynada görüntünüzü inceleyiniz. a. Görüntünün nasıl oluştuğuna ilişkin fikirlerinizi yazınız. b. Belirli bir uzaklıktaki bir cisim aynaya doğru yaklaştıkça görüntüde ne tür değişiklikler oluyor? Düşüncelerinizi açıklayınız.

Şekil 3.7 Öğrenci kılavuzunda yer alan bir etkinlik örneği (çukur ayna).

Öğrencilerden açıklamalarını yaparken kendi düşünce ve ifadelerini kullanmaları istenmiş, kanıtlarla bu ifadeleri desteklemesi sağlanmıştır. Çeşitli sorularla (*Bu şekilde düşünmenin nedenini açıklayabilir misin?, Bu olaya / kavrama ilişkin farklı düşüncelerin var mı? vb.*) yanlış ifade edilen kavramlar ve doğru ifade şekilleri öğrencilere buldurulmaya çalışılmıştır.



Öğrencilerin bulgu ve yargıları, öğretmen tarafından sınıfta yaratılan tartışma sürecinde genellenerek kavramsallaştırılmıştır. Konu açıklanırken; kısa filmler, animasyonlar, sunular ve deney araçlarından yararlanılmıştır. Sürecin sonunda öğrencilerin kavramlara ilişkin bilimsel olmayan açıklamalarına ve ilişkisel olmayan yargılarına yeniden değinilmiştir.

Öğrencilerin var olan fikirleri çerçevesinde lehte ve aleyhte tartışmaları ve gerekirse öğretmen tarafından bilimsel fikirlerin sunulduğu bu aşama; araştırmada kavramsal değişim stratejisi olarak kullanılan türetimci öğrenme modelinin “*Meydan Okuma*” aşamasına karşılık gelmektedir.

3.5.2.4 Derinleştirme (Elaborate) Aşamasında Yapılan Uygulamalar

Araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme planında detaylı olarak açıklanan bu aşamada; öğrenciler mevcut bilgilerini yeni durumlarda da kullanmaları için teşvik edilmiştir. Öğrencilerden aynalar konusu ile ilgili yaşamsal örnekler bulmaları istenmiş, öğrencilerin verdikleri örnekler öğretmen ve diğer öğrenciler tarafından değerlendirilmiştir. Yaşamsal örnekler yardımıyla öğrencilerin gözleme, sorgulama ve araştırma yeteneklerini kullanmaları için fırsatlar yaratılmıştır.

Yaşamsal Örnekler:

1. Çukur aynalar yardımıyla toplanan güneş ışınları yüksek sıcaklıklar elde etmemizi sağlar. Bu bilgiden hareketle madenleri eritmek amacıyla güneş fırınları oluşturulmuştur. Şekilde Fransa'daki Prene Dağlarında demir eritmek amacıyla kurulan bir güneş fırını görülmektedir.



Şekil 3.8 Derinleştirme aşamasında yararlanılan yaşamsal örnekler

Konuya ilişkin kavram ve açıklamaların yeni etkinliklere uygulanmasını sağlamak ve öğrencilerin mevcut bilgilerini pekiştirmek amacıyla derinleştirme etkinlikleri uygulanmıştır. Derinleştirme aşamasında uygulanmak üzere; düzlem ayna konusu için 4, çukur ayna ve tümsek ayna konusu için 1'er adet olmak üzere toplam 6 etkinlik planlanmıştır. Düzlem ayna konusunun derinleştirme aşamasında; aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri ile ilgili 3, görüş alanı ile ilgili 1 etkinlik olmak üzere toplam 4 etkinlik uygulanmaktadır. Çukur ayna ve tümsek ayna konularının derinleştirme aşamalarında yer alan 1'er etkinlik farklı amaçlarla kullanılan küresel ayna çeşitleri ile ilgilidir.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

DERİNLEŞTİRME AKTİVİTESİ - 1: Makyaj Aynası

1. Sizce Aslı, Buket'e nasıl bir ayna vermelidir?

Aslı... Makyaj yapmak için bir aynaya ihtiyacım var. Bana bir ayna verebilir misin?



Tabii Buket... Nasıl bir ayna istersin?



2. Lütfen yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

Şekil 3.9 Derinleştirme aşamasında yararlanılan etkinlik örneği

Öğrenciler derinleştirme sürecinde; yapılandırdıkları bilgileri uygulama, görme ve doğrulama fırsatı bulmuşlardır. Öğrencilerin bilimsel bakışın yararlarını anlayabilmeleri için kazandıkları bilimsel görüşleri yeni durumlara uygulamaları için fırsatların sunulduğu bu aşama; araştırmada kavramsal değişim stratejisi olarak kullanılan türetimsel öğrenme modelinin “Uygulama” aşamasına karşılık gelmektedir.


Derinleştirme aşamasının sonunda; konuya ilişkin olarak giriş bölümünde belirtilen amaçlar doğrultusunda kısa bir tekrar yapılmış, aynalar ile ilgili kısa filmler seyrettirilmiş ve konu ile ilgili internet siteleri hakkında öğrencilere bilgi verilmiştir.

3.5.2.5 Değerlendirme (Evaluate) Aşamasında Yapılan Uygulamalar

Araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme planında detaylı olarak açıklanan bu aşamada; öğrencilerin öğretim süresince sergiledikleri genel performanslarının yanı sıra, gerçekleştirdikleri tüm faaliyetler, veri toplama araçlarına verdikleri yanıtlar, grup içindeki etkinlikleri ve arkadaşları ile çalışabilme becerileri değerlendirilmiştir.

Bu süreçte; öğrencilerin bilimsel kavramları doğru anlayıp anlamadıkları, öğrendiklerini yeni durumlara uygulayıp uygulamadıkları da incelenmiştir. Öğrencilere yöneltilen alıştırmalar soruları bu amaçla kullanılmıştır.

1. Alıştırma Çözümü: Bu bölümde öğrencilere konu ile ilgili çalışma soruları verilecek ve çözmeleri istenecektir. Öğrenciler soruları önce kendileri çözmeye çalışacak, sonra grup üyeleri ile tartışarak çözüme ulaşacaklar ve doğru çözüm gruptan seçilen bir temsilci tarafından tahtaya yapılacaktır.



Soru 1: Yanan bir mum, eğrilik yarıçapı 60 cm olan tümsek bir aynanın 30 cm önüne konuluyor. Buna göre;

- Görüntü nerede oluşur. Şekil üzerinde ve formül yardımıyla bulunuz.
- Boydaki büyüme ne kadardır?
- Mum aynaya 10 cm yaklaştırılıyor, yeni görüntünün yerini ve özelliklerini belirleyiniz.

Şekil 3.10 Çukur ayna konusuna ilişkin alıştırmalar sorusu

Değerlendirme aşamasında öğrencilere; kendi yeteneklerini göstermeleri, öğrendikleri ifadeleri sunmaları ve kendi anlama seviyelerini göstermeleri için fırsatlar sunulmuştur. Bu amaçla geliştirilen anlam çözümleme tabloları öğretim sürecinde etkin bir şekilde kullanılmıştır.

ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU (ÇUKUR AYNA)								
Öğrencinin Adı Soyadı :					Sınıf:			
	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Cisim Sonsuzda (1)								
Cisim Merkezin Dışında (2)								
Cisim Merkezde (3)								
Cisim M-F Arasında (4)								
Cisim Odakta (5)								
Cisim F-T Arasında (6)								

Şekil 3.11 Çukur ayna konusuna ilişkin anlam çözümleme tablosu

Öğrencilerin grup içindeki etkinliklerini ve arkadaşları ile çalışabilme becerilerini değerlendirebilmek amacıyla kamera kayıtlarından ve öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerden yararlanılmıştır.

Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu (Öğretmen)					
Açıklama: Bu form; öğretmenin öğretim sürecindeki etkinliğini değerlendirebilmek amacıyla hazırlanmıştır.					
AŞAMALAR	DERECELER				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
	1	2	3	4	5
1. GİRİŞ					
1. Konuya ilişkin, günlük hayatla ilgili problemler sunar.					
2. İlgi ve merak uyandırarak, öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerini ortaya çıkarır.					
3. Öğrencilerin sorgulamalarını sağlamak, gerektiğinde yeniden yönlendirmek için sorular sorar.					
4. Öğrencileri sorgulamaya ve öğrenmeye odaklar.					
Toplam					
2. KEŞFETME					
5. Öğrencilere farklı materyaller sunarak, çalışmaya teşvik eder.					
6. Etkinlikleri yeniden yapılandırmaya yardımcı olacak şekilde düzenler ve kullanır.					
7. Çocukları kendi aralarında etkileşimdeki onları gözlemler ve dinler.					
8. Öğrencilere yeterince zaman verir.					
9. Bir danışman olarak davranır.					
Toplam					

Şekil 3.12 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu

Değerlendirme aşaması öğretmenler için öğrencilerin gelişimini gözlemleyebilmek ve öğretim amaçlarının sağlanıp sağlanmadığını belirleyebilmek açısından önem taşımaktadır. Öğretim sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler, öğrencilerin görüşme formlarında ve yansıtıcı günlüklerde yer alan sorulara vermiş oldukları yanıtlar, öğrenci kılavuzlarında ve kavram testlerinde yer alan öğrenci ifadeleri değerlendirme sürecinde etkin bir biçimde kullanılmıştır.

3.6 Verilerin Analizi

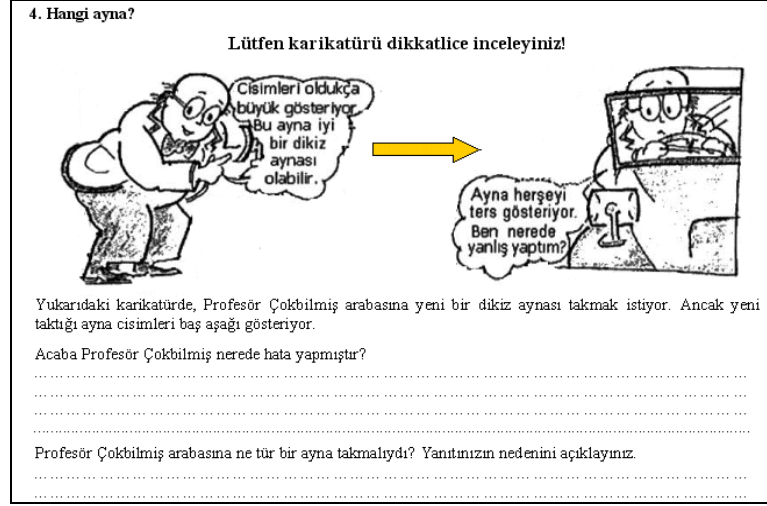
Bu bölümde, veri toplama araçlarının analizine ilişkin olarak kullanılan değerlendirme ölçütleri ve istatistikî tekniklerle ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.6.1 Kavram Testi

Kavram testinde yer alan sorulara öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan elde edilen veriler, tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve açıklamaları belli kategoriler içerisinde sınıflandırma (ideographic) yaklaşımları kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin yanıtları “kodlanabilir”, “kodlanamaz” ve “yanıtsız” olarak kategorilendirilmiştir. Kodlanabilir yanıtlar “bilimsel olarak doğru kabul edilebilir” ve “bilimsel olarak kabul edilemez” başlıkları altında gruplanmıştır. Sorunun doğru yanıtının yer aldığı veya tam yanıtın daha az açıklama içeren yanıtlar “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” kategorisine dahil edilmiştir [187].

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar “bilimsel olarak kabul edilemez” başlığı altında gruplandırılmıştır. Bilimsel olarak kabul edilemeyen yanıtlar içerisinde, aynı düşünce biçimini ve kavram yanlışlığını içeren türde yanıt veren öğrenciler ayrı bir kategoride gruplandırılarak her bir kategoriye uygun bir tema başlığı verilmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemeyen ve herhangi bir düşünce biçimi ile açıklanamayan yanıtlar ise “sezgisel yanıtlar” kategorisi altında toplanmıştır. Soruya bir yanıt veren ancak verdiği yanıtta ne yazdığı açık olmayan ve çok ilgisiz bir açıklama içeren yanıtlar “kodlanamaz” yanıtlar kategorisinde gruplandırılmıştır. Herhangi bir yanıt vermeyen öğrenciler ise “yanıtsız” kategorisine dahil edilmiştir [187].

Yukarıda verilen kategorilendirmeye örnek teşkil etmesi açısından, kavram testinde yer alan çukur ayna sorusunun (Şekil 3.13) analizine yönelik olarak hazırlanan çizelge aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.12).



Şekil 3.13 Kavram testinde yer alan çukur ayna sorusu

Çizelge 3.12’de öğrenci 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.

Çizelge 3.12 Çukur ayna sorusunun analizine yönelik olarak hazırlanan örnek çizelge

Yanıt Türleri	Alt Kategoriler
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir	A1. Tam Yanıt A2. Kısmi Yanıt
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez	<u>Kavram Yanılgılarına Yol Açan Kategoriler</u> B1. Ayna ve merceklein birbiri ile karıştırıldığı durumlar B2. Cismin tümsek aynaya olan uzaklığına bağlı olarak yapılan açıklamalar B3. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama B4. Sezgisel Yanıtlar
C. Kodlanamaz Yanıtlar	Verilen yanıtta ne yazdığı açık olmayan ve çok ilgisiz bir açıklamalar.
D. Yanıtsız	Herhangi bir yanıt verilmeyen sorular

Çizelge 3.12’ye örnek olması açısından çukur ayna sorusuna verilen yanıtların ayrıldığı kategoriler aşağıda sunulmuştur.

Öğrenciler tarafından verilen “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar” iki gruptan oluşmuştur. Soruya tam doğru; “*Profesör çukur ayna takmıştır. Tümsek ayna takmalıydı. Çünkü çukur ayna cisimleri ters gösterir. Tümsek ayna ise düz gösterir.*” veya “*Arabasına çukur ayna yerine düz gösteren bir ayna takmalıydı.*” şeklinde yanıt veren öğrenciler tam yanıt (A1) kategorisinde gruplandırılmıştır. Soruya doğru yanıt veren ancak, “*Çukur ayna taktığı için görüntüler ters gözükmemektedir. Arabasına düz ayna takmalıydı. O zaman baş aşağı görmezdi.*” veya “*Çukur ayna cisimleri ters ve büyük gösterir. Farklı bir ayna takmalıydı.*” şeklinde yetersiz bir açıklama yapan öğrenciler kısmi yanıt (A2) kategorisinde yer almıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların analizi sonucunda öğrencilerin yanıtları 3 farklı kategoride toplanmıştır. Öğrenciler ayna ile mercekleri birbirine karıştırmışlar; “*Mercekler cisimleri düz, aynalar ise ters gösterir*” şeklinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar (B1) vermişlerdir. Cismin tümsek aynaya olan uzaklığına bağlı olarak; “*Profesör tümsek ayna takmıştır. Tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür ve ters döner*” şeklinde yapılan açıklamalar bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar (B2) kategorisinde yer almaktadır.

Aynanın konumuna bağlı olarak verilen; “*Profesör aynayı ters takmıştır. Bu yüzden ayna ters göstermektedir.*” yanıtı bilimsel olarak kabul edilemeyen diğer yanıtlar (B3) arasındadır. Sezgisel yanıtlara (B4) örnek olarak ise “*Profesör bozuk ayna kullanmıştır.*” ifadesi verilebilir.

Son iki yanıt kategorisini kodlanamaz yanıtlar (C) ile yanıtız sorular (D) oluşturmaktadır. Kodlanamaz yanıtlar, soruyla ilgisi olmayan açıklamaları ifade etmektedir. “*Çukur aynalar tümsek aynalardan farklıdır*”, “*Mercekler ışığı kırarlar*” gibi sorunun cevabı ile ilgisi olmayan yanıtlar bu kategoride ele alınmıştır. Sorunun yanıtlanmadığı durumlar için ise “yanıtız” kategorisi kullanılmıştır. Araştırmanın bulgular ve yorumlar bölümünde, öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtlar çizelgeler halinde sunulmuştur.

3.6.2 Görüşmeler

Görüşme kayıtları, öğrencilerin verdikleri yanıtların nedenlerini derinlemesine araştırmak ve düşünce biçimlerini net olarak ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Araştırma sürecinde gerçekleştirilen tüm görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Kayıtların tümü dinlenerek yazılı dokümana dönüştürülmüş; öğrencilerin diğer veri toplama araçlarına (kavram testi, yansıtıcı günlük vb.) verdikleri yanıtlardan da yararlanılarak, öğretim modelinin uygulama aşamaları ve kavramsal değişim sürecine ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır.

3.6.3 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi

Çalışmada kullanılan “5E Modeline Uygun Olarak Tasarlanan Yapılandırmacı Öğrenme Ortamlarını Değerlendirme Anketi”; girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarına ait soruları kapsamaktadır. Her aşamaya ait 10 sorunun bulunduğu ankette toplam 50 soru yer almaktadır. Anket; “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklindeki 5’li likert tipindedir.

Öğrencilerin ankete verdikleri cevapların istatistiksel olarak hesaplanmasında; “Kesinlikle Katılıyorum” ifadesine 5, “Katılıyorum” ifadesine 4, “Kararsızım” ifadesine 3, “Katılmıyorum” ifadesine 2, “Kesinlikle Katılmıyorum” ifadesine 1 puan verilmektedir. Elde edilen toplam puanların ortalama değerleri; SPSS 12.0 programı yardımıyla hesaplanmış ve Çizelge 3.13’deki aralıklara göre değerlendirilerek yorumlanmıştır [190]. Anket çalışmada yer alan 46 öğrenciye öğretim sürecinin sonunda uygulanmıştır.

Çizelge 3.13 Likert Tipi Anket İçin Görüşlere Ait Aralıklar

Aralık	Görüş
1.00 – 1.79	Tamamen Olumsuz Tutum Geliştirmiş
1.80 – 2.59	Olumsuz Tutum Geliştirmiş
2.60 – 3.39	Kararsız Görüş Bildirmiş
3.40 – 4.19	Olumlu Tutum Geliştirmiş
4.20 – 5.00	Tamamen Olumlu Tutum Geliştirmiş

3.6.4 Yansıtıcı Günlük

5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiğini belirleyebilmek amacıyla oluşturulan yansıtıcı günlükler öğretim süreci içerisinde; düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek ayna konularının öğretimi sonunda öğrenciler tarafından doldurulmuştur. Elde edilen veriler; “öğrencilerin derste neler öğrendikleri”, “5E öğretim modelinin uygulandığı ders ile daha önceki fizik dersleri karşılaştırdığında gözlemlenen farklılıklar” ve “dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili öğrenci düşünceleri” konularına yönelik olarak modelin öğretim sürecindeki etkinliği çerçevesinde değerlendirilmiştir.

3.6.5 Kamera Kaydı

Kamera kayıtlarından, öğrencilerin kavramsal değişim sürecini takip edebilmek ve bu süreçteki düşünce biçimlerini net olarak ortaya koymak amacıyla yararlanılmıştır. Araştırma sürecinde gerçekleştirilen tüm kamera kayıtları izlenmiş ve kavramsal değişim sürecinde yararlanılabileceği düşünülen öğrenci ifadeleri yazılı dokümana dönüştürülmüştür. Elde edilen verilerden ve öğrencilerin diğer veri toplama araçlarına (kavram testi, yansıtıcı günlük vb.) verdikleri yanıtlardan yararlanılarak kavramsal değişim sürecine ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır.

Kamera kayıtlarından 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarına ilişkin değerlendirmelerde bulunmak amacıyla da yararlanılmıştır. 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarında öğretmen ve öğrenciler tarafından gösterilmesi beklenen davranışların yer aldığı, 20 maddeden oluşan 5’li likert tipindeki formlar araştırmacı ve iki eğitim uzmanı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

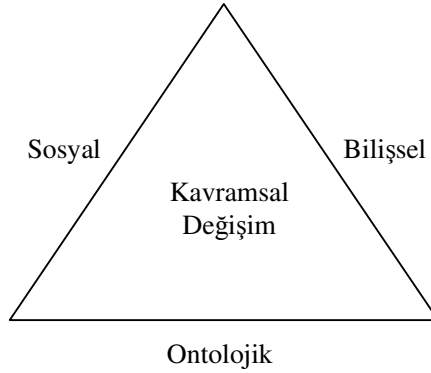
Çizelge 3.14 Likert Tipi Form İçin Davranışların Gözlemlenme Derecesine ait Aralıklar

Aralık	Davranışların Gözlemlenme Derecesi
1.00 – 1.79	Hiçbir Zaman
1.80 – 2.59	Nadiren
2.60 – 3.39	Bazen
3.40 – 4.19	Sıklıkla
4.20 – 5.00	Her Zaman

Formlarda, davranışların kamera kayıtlarında gözlemlenme derecesi olarak; “hiçbir zaman”, “nadiren”, “bazen”, “sıklıkla”, “her zaman” ifadelerine yer verilmiştir. Formların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde; “Her Zaman” ifadesine 5, “Sıklıkla” ifadesine 4, “Bazen” ifadesine 3, “Nadiren” ifadesine 2, “Hiçbir Zaman” ifadesine 1 puan verilmektedir. Elde edilen toplam puanların ortalama değerleri Çizelge 3.13’teki aralıklara göre değerlendirilerek 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarına ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır.

3.7 Kavramsal Değişim Durumlarının Analizi

Bu bölümde öğrencilerin kavramsal değişim süreci değerlendirilirken “Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı”ndan yararlanılmıştır. “Ontolojik”, “bilişsel” ve “sosyal” olarak üç farklı alandan oluşan yapı şekil 3.14’te verilmiştir [111].



Şekil 3.14 Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı

- *Ontolojik Bakış Açısı:* Ontolojik bakış açısı öğrencilerin dış dünyayı nasıl algıladıkları ile ilgilidir. Chinn ve Brewer [191] ontolojik bakış açısını; “dünya ile ilgili temel kategori ve özelliklere ait inanışlar” şeklinde tanımlamışlardır. Bliss [192] ise öğrencilerin dünyaya ilişkin ontolojik yargılarını; “öğrenciler doğadaki nesne ve olayları nasıl hayal ederler?” sorusunun cevabı olarak tanımlar. Chi [193] öğrencilerin nesne ve olayları uygunsuz kategorilere yerleştirmelerinin daha sonra kavramsal yanlışlarının ortaya çıkmasına neden olduğunu düşünmektedir.

- *Bilişsel Bakış Açısı*: Ontoloji öğrencilerin dış dünyayı nasıl algıladıkları ile ilgileniyorsa, bilişsel bakış açısı da bu algıyı nasıl ifade ettikleri; kavramlara ilişkin ne tür teoriler, düşünceler ve yargılar geliştirdikleri ile ilgilidir. Bu bakış açısı; Posner ve arkadaşları [110] tarafından geliştirilen ve kavramsal değişim sürecini “özümleme” ve “düzenleme” olguları ile açıklayan “Kavramsal Değişim Teorisi”ni temele almaktadır.

- *Sosyal Bakış Açısı*: Sosyal bakış açısı kavramsal değişim için gerekli olan sosyal koşullar ile ilgilenir. Pintrich tarafından ortaya atılan [91] ve Duit [194] tarafından genişletilen kavramsal değişimin sosyal bakış açısı; uygun olmayan düşünce ve yapıların sosyal özelliklere bağımlı olduğunu savunmaktadır.

Bu çerçevede veri analizi sürecinde; Thorley [195] tarafından geliştirilen Hewson ve Lemberger’in [196] çalışmalarında kullandığı, Çizelge 3.15’te verilen “Durum Analiz Kategorileri”nden yararlanılmıştır. Bu süreçte çok boyutlu kavramsal değişim yapısının bilişsel bakış açısı ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 3.15 Durum Analiz Kategorileri.

Kavramların Durumları	Alt Kategoriler (Üst Aşama)
Anlaşılabilirlik	<u>Anlatımsal Modlar</u> <ul style="list-style-type: none"> - Görüntü (Kavramların sunumunda grafik ve resimlerden yararlanabilme.) - Örnek Verme (Günlük yaşama ilişkin örnekler verebilme.) - Dil (Sözle veya semboller yardımıyla kavramı ifade edebilme.)
Akla Yatkinlik (Makul Olma)	<u>Tutarlılık Faktörleri</u> <ul style="list-style-type: none"> - Diğer Bilgi (Diğer bilgi ve kavramlar ile tutarlılık) - Laboratuvar Deneyimi (Laboratuvar deneyimleri ve gözlemler ile olan tutarlılık) - Geçmiş Deneyimler (Kavram ile ilgili geçmişte yaşanan özel olaylar) - Bilişsel Yapı (Bilişsel veriler ile olan tutarlılık) - Doğa Ötesi (Nesne ve düşüncelerin ontolojik durumlarına başvurmak) - Akla Yatkin Benzetmeler (Diğer kavramların yardımına başvurmak) - Gerçek İşleyiş (Nedensel işleyişin yardımına başvurmak.)
Yararlılık (Verimlilik)	<ul style="list-style-type: none"> - Güç (Kavramın geniş bir uygulama alanına sahip oluşu) - Umut Verici İfadeler (Kavram ile ilgili beklentiler, yeni kavram ile neler yapılabileceği.) - Rekabet (Kavramları yarıştırmak, karşılaştırmak.)

Araştırmada; durum analiz kategorilerinin alt kategorilerine ait bulgular aşağıda örneği verilen çizelge yardımıyla sunulmaktadır. Çizelge 3.16’da bilimsel kavramların “yararlılık” düzeyi ile ilgili alt kategorilerinin (güç, umut verici ifadeler, rekabet) analizine yönelik olarak hazırlanan örnek çizelge yer almaktadır.

Çizelge 3.16 “Yararlılık” Düzeyine ait Alt Kategorilerin Analizine Yönelik Olarak Hazırlanan Örnek Çizelge.

Alt Kategoriler	Kavramın Yararlılığı						
<i>Güç</i>	+		+	+	+	+	+
<i>Umut Verici İfadeler</i>	+	+		+			+
<i>Rekabet</i>		+	+		+		+

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.

+* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Yukarıda verilen kategorilendirmeye örnek teşkil etmesi açısından, öğrenci 8 ile gerçekleştirilen görüşmeden elde edilen verilerin; “yararlılık” kategorisinin “güç” alt kategorisi kapsamında gerçekleştirilen analizi aşağıda sunulmuştur.

Öğrenci 8 görüşme sorusuna; “Gazetede çukur aynalar ile ilgili bir haber vardı. Çukur aynalar kullanılarak yapılan bir fırından bahsediyordu. Fırındaki ısının aynanın odağında toplanan ışınlar yardımıyla elde edildiğini yazıyordu. Yazının tamamını okuduğumda çukur aynalar ile ilgili birçok şeyi anladığımı fark ettim” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci yanıtında; öğrenilen bilgilerin gücünü günlük yaşamda elde ettiği deneyimleri yardımıyla desteklemektedir.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölüm dört farklı kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanlışlarına yer verilmiştir. İkinci kısımda, öğretim sürecinin öğrencilerin kavramsal değişimini nasıl etkilediğine ilişkin bulgular sunulmuştur. Üçüncü kısımda, öğrencilerin kavramsal değişim sürecinin nasıl gerçekleştiğine yönelik bulgulara yer verilmiştir. Dördüncü kısımda ise öğrenme sarmalına dayalı 5E öğretim modelinin öğretim sürecini nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur.

4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Çalışmada alt problemlerden biri olarak; “Öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanlışları nelerdir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Öğrencilerin aynalar konusu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla, kavram testinden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır.

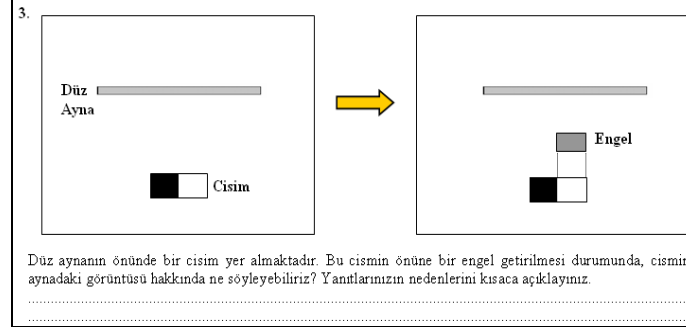
Kavram testinin uygulaması 46 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtların desteklenmesine yönelik olarak her öğrenci için ayrı ayrı hazırlanan görüşme soruları ise 16 öğrenciye uygulanmıştır. Bu bölümde; “düzlem ayna”, “çukur ayna ve tümsek ayna” ve “görüntü türü” konularına ilişkin olarak kavram testinden ve görüşmelerden elde edilen veriler sunulmuştur.

4.1.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, kavram testinde düzlem ayna konusuna ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 5 adet olaysal temelli sorunun değerlendirilmesine yer verilecektir.

4.1.1.1 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Engelin Görüntü Oluşumuna Etkisi (Soru 3)

Bu bölümde düzlem aynada görüntü oluşumu ve engelin görüntü oluşumuna etkisi ile ilgili öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan ve şekil 4.1’de verilen düzlem ayna sorusuna ait bulgular sunulmuştur.



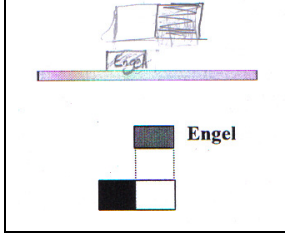
Şekil 4.1 Düzlem aynada görüntü oluşumu ve engelin görüntü oluşumuna etkisi ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 3. soruya öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1 Öğrencilerin 3.soruya verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve gözümüze ulaşır. Bizde görüntüyü yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde görürüz. Engel görüntü oluşumunu engellemez.		8	17,4
A2. Kısmi Doğru			
Cisimden yansıyan ışınlar engele rağmen aynaya ulaşırlar ve aynada cismin görüntüsünü oluştururlar.		6	13,1
		4	8,6
Toplam		18	39,1

Çizelge 4.1'in Devamı...

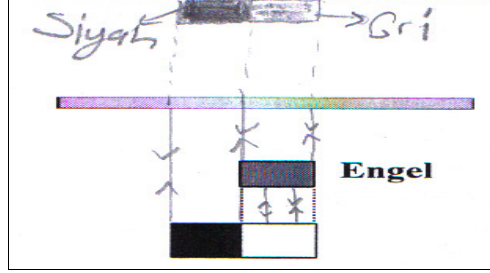
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
B1. Cisimden çıkan ışınların yalnızca bir doğrultuda yayıldığı düşünülmesi durumu		
Cismin önüne engel konulduğunda cisimden çıkan ışınlar aynaya ulaşamaz. Bu nedenle, cismin bir bölümünün veya tamamının aynada görüntüsü oluşmaz.	6	13,1
B2. Cisimlerin önüne engel konulması ile gölge olayının karıştırıldığı durum		
Cismin önüne bir engel konulduğunda, cisimden çıkan ışınlar ayna üzerine düşerek gölge oluşturur. Cismin aynadaki görüntüsü bu nedenle siyah gözükür.	4	8,6
B3. Sezgisel Yanıtlar		
Cismin önüne bir engel konduğunda cismin görüntüsü ters görülür.	9	19,5
Cismin önüne bir engel konulduğunda cismin görüntüsü yer değiştirir.	7	15,3
		
Toplam	26	56,5
C. Kodlanamaz Yanıtlar	2	4,4
D. Yanıtsız	-	-
Genel Toplam	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 3. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 39,1'dir. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 8,6'sının yansıyan ışıklardan yararlanarak görüntü oluşumunu açıkladıkları görülmektedir. Öğrenci 6'nın kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Cisimden aynaya ışınlar ulaşır ve bu ışınlar yansıyarak aynanın arkasında görüntüyü oluşturur. Engel görüntünün oluşumunu etkilemez. Çünkü ışınlar engelle rağmen aynaya ulaşabilirler”

Öğrencilerin 3. soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 56,5 olduğu görülmüştür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 13,1'i; “cismin önünde bulunan bir engelin cismin aynadaki görüntüsünün tamamının veya bir bölümünün oluşmasını engellediğini” düşünmektedir. Bu görüşe sahip olmalarının nedeni, cisimden çıkan ışınların yalnızca bir doğrultuda yayıldığını düşünmeleridir. Elde edilen kavram yanlışlığına yönelik olarak öğrenci 5 tarafından kavram testinde yapılan çizim Şekil 4.2'de verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 4 öğrencinin bu düşüncesi

destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 5'in düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.2 Öğrenci 5'in çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Görüşmeci: Önüne engel yerleştirilen cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne düşünüyorsun?

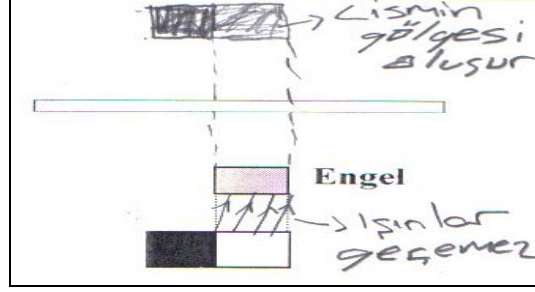
Öğrenci 5: Engel cismin önünü kapattığı için cismin bir bölümünün aynada görüntüsü oluşmaz. Çünkü önünde bir engel vardır.

Görüşmeci: Engel görüntü oluşumunu nasıl etkilemektedir?

Öğrenci 5: Engel, cisimden çıkan ışınların düzlem aynaya ulaşmasını engeller. Bu nedenle cismin sadece siyah bölümünün görüntüsü oluşabilir, beyaz bölgenin görüntüsü ise oluşmaz.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 5, engelin görüntü oluşumuna engel olduğunu ve cismin bir bölümünün görüntüsünün aynada oluşmadığını ifade etmiştir. Bu görüşe ulaşırken; cisimden çıkan ışınların tek bir doğrultuda yayıldığı ve bu nedenle engele çarparak aynaya ulaşamadığı düşüncesinden yararlanmıştır. Öğrencinin şekil 4.2'de verilen çiziminde de ışınların tek bir doğrultuda yayıldığı ve engele çarparak geri yansıdığı görülmektedir. Öğrenci; "düzlem aynada görüntünün oluşabilmesi için cisimden çıkan ışınların aynaya ulaşmasının yeterli olduğu ve bu aşamada ışınların tek bir doğrultuda yayılmasının bir zorunluluk olmadığı" bilimsel fikrine sahip değildir.

Öğrencilerin % 8,6'sı ise "cismin önüne yerleştirilen bir engelin ayna üzerinde cismin gölgesini oluşturacağı ve gölgenin görüntünün siyah olarak gözükmesine neden olacağı" yönünde görüş bildirmiştir. Öğrenci 3'ün bu görüşü destekleyen ve kavram testinde yer alan çizimi şekil 4.3'te sunulmuştur.

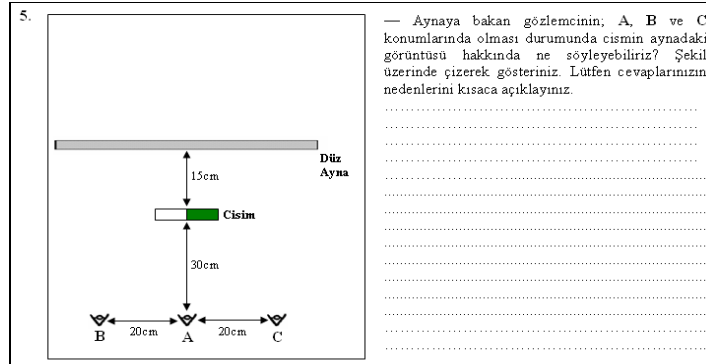


Şekil 4.3 Öğrenci 3'ün çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Öğrencilerin 3. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı ise % 34,8'dir. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtlarına; “*cismin önüne yerleştirilen engelin cismin görüntüsünü ters çevirdiği veya görüntünün yerini değiştirdiği*” şeklindeki öğrenci ifadeleri örnek olarak verilebilir. Öğrencilerin kavram testinde yer alan 3. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında % 4,4'ünün kodlanamaz kategoride yer aldığı görülmüştür.

4.1.1.2 Düzlem Aynada Oluşan Görüntü ile Gözlemcinin Konumu Arasındaki İlişki (Soru 5)

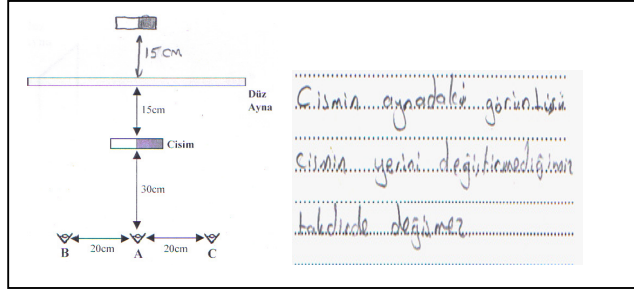
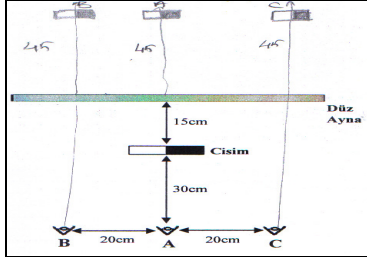
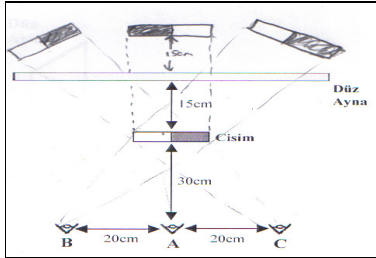
Düzlem aynada oluşan görüntü ile gözlemcinin konumu arasındaki ilişkiyi inceleyen kavram testinin 5. sorusu şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.4 Düzlem aynada görüntü ve gözlemcinin konumu arasındaki ilişki ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 5. soruya öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.2'de yer almaktadır.

Çizelge 4.2 Öğrencilerin 5.soruya verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Görüntünün yerinin gözlemcinin konumuna bağlı olmadığı durum		N	%
Gözlemcinin yeri ile cismin aynadaki görüntüsü arasında bağlantı yoktur. A, B ve C noktalarından bakan gözlemci cismi aynı yerde görür.		7	15,2
A2. Görüntünün yerinin belirli olduğunu ve değişmediğini vurgulayan durum			
Cismin görüntüsü aynanın arkasında ve cisim ile aynı doğru üzerinde oluşur. Görüntünün yeri sadece cismin yeri değiştiğinde değişir.		4	8,7
		4	8,7
Toplam		15	32,6
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Gözlemcinin konumuna bağlı olarak görüntünün yerinin değiştiğinin düşünüldüğü durumlar			
Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün yeri de değişir. Görüntü, gözlemcinin bulunduğu noktanın tam karşısında oluşur.			
		8	17,3
B ve C noktalarından bakan gözlemciler görüntüyü çapraz doğrultuda görürler. A noktasından bakan gözlemci ise görüntüyü tam karşıda görür.			
		5	10,9
B2. Gözlemcinin konumuna bağlı olarak görüntünün büyüklüğünün değiştiğinin düşünüldüğü durumlar			
Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün büyüklüğü değişir. B ve C noktalarından aynaya bakan gözlemciler görüntüyü daha büyük görür. A noktasından bakan gözlemci ise görüntüyü cisim ile aynı büyüklükte görür.		3	6,5
B3. Görüntünün oluşabilmesi için gözlemci ile cismin aynı doğrultuda olması gerektiğinin düşünüldüğü durumlar			
B ve C noktastaki gözlemciler görüntüyü göremez. A noktasındaki gözlemci cisimle aynı doğrultuda olduğu için aynadaki görüntüyü görebilir.		5	10,9

Çizelge 4.2'nin Devamı...

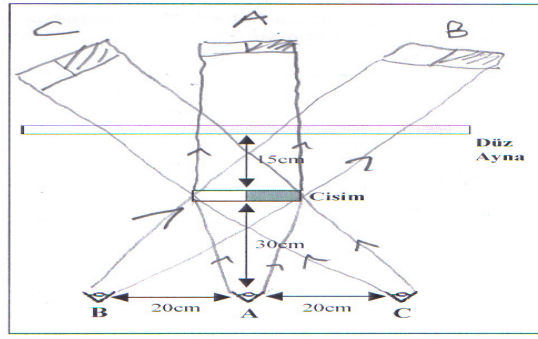
B4. Işınlardan cisimden değil gözlemciden yayıldığı düşünülmesi durumları	N	%
Gözlemcinin gözünden çıkarak cisme ulaşan ışınlar daha sonra aynadan yansyarak görüntüyü oluşturur.	2	4,4
Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda belirir. Bakmadığımızda ise aynada görüntü bulunmaz.	3	6,5
B4. Sezgisel Yanıtlar		
B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü net göremez. A noktasındaki gözlemci net görür.	3	6,5
B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü ters görür.	1	2,2
Toplam	30	65,2
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2
D. Yanıtsız	-	-
Genel Toplam	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 5. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 32,6'dır. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 8,7'sinin yansıyan ışınlar yardımıyla görüntüyü çizerek görüntünün bir noktada oluştuğunu açıkladıkları görülmektedir. Öğrenci 9'un kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Cismin görüntüsü aynanın arkasında oluşur. Görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklığı eşittir. Cisim ile görüntü aynı doğru üzerindedir. Bence görüntünün yeri cismin yeri değişmediği sürece değişmez”

Öğrencilerin 5. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 65,2 olduğu görülmüştür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin % 17,3'ü; “gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün yerinin de değişeceğini ve görüntünün gözlemcinin bulunduğu noktanın tam karşısında oluştuğunu” düşünmektedir. Öğrencilerin % 10'9'u ise “B ve C noktalarından bakan gözlemcilerin görüntüyü çapraz doğrultuda, A noktasından bakan gözlemcinin ise görüntüyü tam karşıda göreceğini” ifade etmiştir. “Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün büyüklüğünün değişeceğini, B ve C noktalarından aynaya bakan gözlemcilerin görüntüyü daha büyük göreceğini, A noktasından bakan gözlemcinin ise görüntüyü cisim ile aynı büyüklükte göreceğini” düşünen öğrencilerin oranı ise % 6,5'tir.

Öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin % 28,2'si; “aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde / büyüklükte oluşur” görüşüne sahiptir. Elde edilen kavram yanılığısına yönelik olarak öğrenci 6 tarafından kavram testinde yapılan çizim şekil 4.5'te verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin bu düşüncüyü destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 6'nın düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.5 Öğrenci 6'nın çizdiği düzlem aynada görüntü şekli (1).

Görüşmeci: Farklı noktalardan aynaya bakan gözlemci cismin görüntüsünü nasıl görür?

Öğrenci 6: Gözlemci B noktasında ise görüntüyü tam çaprazında görür. A noktasında bulunan gözlemci ise görüntüyü tam karşıda görür.

Görüşmeci: Bu sonuca nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Şekilde çizdiğim gibi; A, B ve C noktalarından çıkan ışınlar aynanın arkasında görüntüyü oluşturur. Ama her nokta için (A, B ve C) aynanın arkasında farklı bir yerde görüntü oluşur.

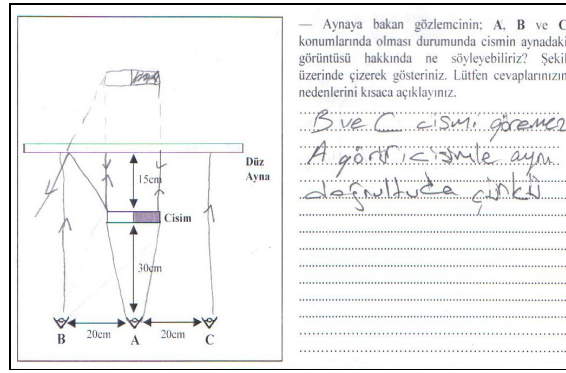
Görüşmeci: Gözlemci hareket ettiğinde görüntünün büyüklüğü değişir mi?

Öğrenci 6: Evet değişir. Baktığı yer değişince görüntüde farklı büyüklükte oluşur. A noktasındaki gözlemci görüntüyü cisimle aynı büyüklükte görür. B ve C noktalarındaki gözlemciler ise görüntüyü cisimden daha büyük görür.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; “gözlemcinin konumunda meydana gelen değişikliğin görüntünün yerinde ve büyüklüğünde değişikliğe yol açtığını” düşünmektedir. Işınlardan cisimden değil gözlemciden çıkarak yayıldığını ve bu şekilde aynanın arkasında görüntünün oluştuğunu savunmaktadır. Öğrencinin şekil 4.5'te verilen çiziminde de ışınların gözlemciden çıkarak aynaya ulaştığı ve

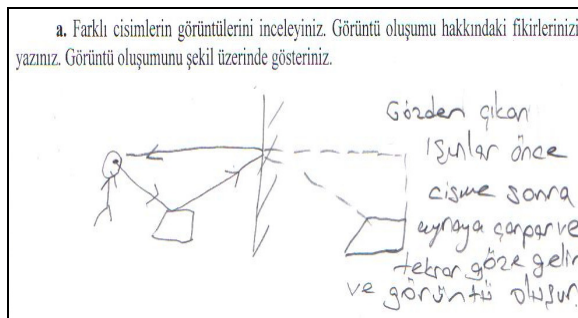
aynanın arkasına geçerek görüntüyü oluşturduğu görülmektedir. Öğrenci, görüntü oluşum sürecinde yansıma kurallarından yararlanmamaktadır. “Düzlem aynada oluşan görüntünün yerinin ve büyüklüğünün gözlemcinin konumuna bağlı olmadığı” bilimsel fikrine sahip değildir.

Öğrencilerin % 10,9’u ise “B ve C noktasındaki gözlemcilerin görüntüyü göremeyeceğini, A noktasındaki gözlemcinin cisimle aynı doğrultuda olduğu için aynadaki görüntüyü görebileceğini” ifade etmiştir. Öğrenci 9’un kavram testinde yer alan ve kavram yanlışını destekleyen çizim ve açıklaması şekil 4.6’da sunulmuştur.



Şekil 4.6 Öğrenci 9’un çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Öğrencilerin % 4,4’ü “Gözlemcinin gözünden çıkararak cisme ulaşan ışınlar daha sonra aynadan yansıyarak görüntüyü oluşturur” düşüncesine sahiptir. Öğrencilerin % 6,5’inin ise “Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise aynada görüntü bulunmaz” görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Elde edilen kavram yanlışına yönelik olarak öğrenci 4 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Öğrenci 4’ün çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Öğrenci 4'ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada cisimlerin görüntüsü nasıl oluşur?

Öğrenci 4: Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda belirir.

Görüşmeci: Görüntünün oluşumu ile gözlemcinin aynaya bakıyor olması arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımda oluşur. Gözümden cisme doğru giden ışınlar daha sonra aynaya ulaşırlar ve görüntünün oluşmasını sağlarlar. Aynaya bakmadığımda ise aynada görüntü bulunmaz.

Şekil 4.7'de ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4, düzlem aynalarda cisimlerin görüntüsünün aynaya baktığımızda oluşacağını düşünmektedir. Işınların cisimden değil gözlemcinin gözünden çıkarak yayıldığını ve bu şekilde aynada görüntünün oluştuğunu savunmaktadır. Öğrenci; *“düzlem aynada görüntünün, cisimden çıkan ışınların aynada yansdıktan sonra uzantılarının kesişmesi ile gözlemciden bağımsız olarak oluştuğu”* bilimsel fikrine sahip değildir.

Öğrencilerin 5. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı ise % 8,7'dir. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtlarına; *“B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü net göremez. A noktasındaki gözlemci net görür”, “B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü ters görür”* ifadeleri örnek olarak verilebilir. Öğrencilerin kavram testinde yer alan 5. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında % 2,2'sinin kodlanamaz kategoride yer aldığı görülmüştür.

4.1.1.3 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 6)

Öğrencilerin düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan 6. soru Şekil 4.8'de sunulmuştur.

6. 

— Yandaki şekilde, Buket'in düz aynadaki görüntüsü verilmiştir. Görüntünün özellikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....

— Buketin görüntüsü nerede oluşur? Lütfen yanıtınızı şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

a) Aynanın içinde
 b) Aynanın önünde
 c) Aynanın arkasında
 d) Aynanın üzerinde

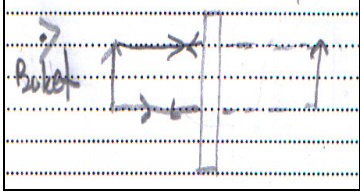
Şekil 4.8 Düzlem aynada görüntü ve görüntü özellikleri ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin 6. sorunun birinci bölümüne verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.3'te, ikinci bölüme verilen yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri ise Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3 Öğrencilerin 6.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Görüntünün uzaklığının ve büyüklüğünün açıklandığı durum		N	%
Düzlem aynada, görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir. Cisim ve görüntü aynı boydadır.		3	6,5
A2. Görüntünün sanal oluşunun açıklandığı durum			
Görüntü aynanın arkasında olduğu için sanaldır.		6	13
Görüntü yansıyan ışınların uzantılarının kesişmesi ile olduğu için sanaldır.		5	10,9
Toplam		14	30,4
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Düzlem aynada sağ-sol değişiminin olduğunun düşünüldüğü durum			
Görüntüde sağ sol değişimi olur.		6	13
B2. Düzlem aynanın küresel aynalar ile karıştırıldığı durumlar			
Düzlem ayna cisimleri ters gösterir.		3	6,5
Düzlem ayna cisimleri büyük gösterir.		3	6,5
Düzlem ayna cisimleri küçük gösterir.		2	4,4
Düzlem aynada oluşan görüntü gerçektir.		5	10,9
B3. Görüntü ve cismin aynaya olan uzaklığı ile ilgili durumlar			
Görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür.		7	15,2
B4. Sezgisel Yanıtlar			
Düzlem aynada görüntüler nettir.		4	8,7
Toplam		30	65,2
C. Kodlanamaz Yanıtlar		2	4,4
Genel Toplam		310	100

Çizelge 4.4 Öğrencilerin 6.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST	
	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Görüntünün yerinin açıklandığı durum		
Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve aynanın arkasında görüntüyü oluşturur.	15	32,6
	7	15,2
Toplam	22	47,8
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
B1. Düzlem aynanın küresel aynalar ile karıştırıldığı durumlar		
Düzlem aynada görüntü aynanın önünde oluşur.	18	39,1
B2. Sezgisel Yanıtlar		
Aynaya yakın olan cisimlerin görüntüsü aynanın üstünde, uzak olan cisimlerin ise aynanın içinde oluşur.	5	10,9
Toplam	23	50
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2
Genel Toplam	46	100

Öğrencilerin 6. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında sorunun 1. bölümüne verilen bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 30,4, 2.bölümüne verilen bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı ise % 47,8'dir. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 15,2'sinin yansıyan ışınlar yardımıyla görüntüyü çizerek görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu açıkladıkları görülmektedir.

Öğrencilerin 6. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde sorunun 1. bölümüne verilen bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 65,2, 2. bölümüne verilen bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 50 olduğu görülmüştür. Öğrencilerin % 13'ü; "aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi" olduğunu düşünmektedir. Görüşme verileri incelendiğinde ise 3 öğrencinin bu düşüncüyü destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 2'nin düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün özellikleri nelerdir?

Öğrenci 2: Düzlem aynalarda sağ-sol değişimi olur.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 2: Örneğin; düzlem aynalara baktığım zaman sağ elimi uzattığımda görüntünün sol elini uzattığını görüyorum. Bu nedenle bu şekilde cevap verdim.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 2; “*düzlem aynalarda oluşan görüntüde sağ-sol değişimi olduğunu*” düşünmektedir. Düşüncelerini; “*aynaya sağ elimi uzattığımda görüntüm sol elini uzatıyor*” şeklindeki açıklaması ile desteklemektedir. Öğrenci sağ-sol değişimini açıklarken kendisini aynadaki görüntünün yerine koymaktadır. Düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimleri, insanların görüntülerinde gerçekleşen değişimler ile sınırlandırmaktadır. Öğrenci; “*düzlem aynada cismin görüntüsü oluşurken sağ-sol değil, ön-arka değişiminin olduğu*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip değildir.

Öğrencilerin % 10,9’u; “*Düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir*” şeklinde görüş bildirmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Elde edilen kavram yanlışlığına yönelik olarak öğrenci 3’ün sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün büyüklüğü hakkında ne düşünüyorsun?

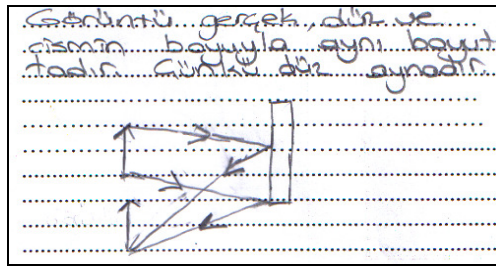
Öğrenci 3: Düzlem aynanın karşısındaki bir noktadan aynaya bakarken düzlem ayna küçük gösteriyor. Aynanın önüne geldiğimde ise cisimleri büyük göstermeye başlıyor.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 3: Düzlem aynaya uzaktan baktığımda aynada küçük bir görüntümün oluştuğunu, yaklaştığımda ise görüntümün büyüdüğünü gördüm. Bu nedenle düzlem aynanın görüntünün büyüklüğünü değiştirdiğini düşünüyorum.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 3, düzlem aynanın cisimleri büyük / küçük gösterebildiğini ifade etmiştir. Bu sonuçlara ulaşırken; gözlemcinin konumu ile görüntü arasındaki ilişkiden yararlanmış, aynada oluşan görüntüsünü nasıl gözlemliyorsa o şekilde yanıt vermiştir. Bu süreçte; görüntülerin düzlem aynadaki büyüklüğünün gözün yapısı ile olan ilişkisini dikkate almamıştır. Öğrenci; “*düzlem aynada cismin boyu ile görüntünün boyunun eşit olduğu ve düzlem aynada cisimlerin görüntülerinde fark edilen değişimlerin aynadan değil gözün aynaya olan uzaklığından kaynaklandığı*” bilimsel fikrine sahip değildir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; “*düzlem aynadaki görüntünün aynanın önünde oluştuğunu*” ifade eden öğrencilerin oranının % 39,1, “*düzlem aynada görüntünün gerçek olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranının ise % 10,9 olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgılarına yönelik olarak öğrenci 8 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim şekil 4.9’da verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin bu düşünceleri destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 8’in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.9 Öğrenci 8’in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün özellikleri nelerdir?

Öğrenci 8: Düzlem aynada görüntü gerçektir, çünkü aynanın önünde oluşmaktadır.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 8: Düzlem aynada görüntü aynanın önünde yani bizim tarafımızda oluştuğu için gerçektir. Aynanın arkasında oluşursa sanal olur.

Görüşmeci: Görüntü aynanın önünde nasıl oluşur?

Öğrenci 8: Cisimden çıkan ışınlar aynaya çarpar ve geri döner. Döner ışınlar aynanın önünde görüntüyü oluşturur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 8; “*düzlem aynada görüntünün gerçek olduğunu*” düşünmektedir. Öğrenci 8, görüntü oluşumu sürecinde yansıma kanunlarından yararlanmaktadır. Ancak, yansıyan ışınların düzlem aynanın önünde kesiştiğini ve bu nedenle görüntünün gerçek olduğunu savunmaktadır. Görüşme sorularına verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, öğrencinin düzlem aynada görüntünün türü ile görüntünün yeri arasındaki ilişkiyi doğru anlamlandıramadığı görülmektedir. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin; “*düzlem aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesiştiği ve aynanın arkasında oluşan bu görüntünün türünün sanal olduğu*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin % 15,2'si “*düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür*” görüşüne sahiptir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 1'in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Cismin aynaya uzaklığı ile görüntünün aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 1: Görüntünün aynaya olan uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından daha büyüktür.

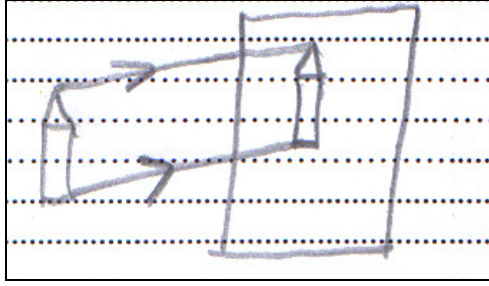
Görüşmeci: Bu sonuca nasıl ulaştın?

Öğrenci 1: Aynaya baktığımda cismin aynaya olan uzaklığının az, görüntünün aynaya olan uzaklığının fazla olduğunu gördüm. Görüntünün aynaya olan uzaklığı, cismin aynaya olan uzaklığının iki katı kadardı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 1; “*düzlem aynalarda görüntünün aynaya olan uzaklığının cismin aynaya olan uzaklığından daha büyük olduğunu*” düşünmektedir. Cismin ve görüntünün aynaya olan uzaklıkları arasındaki farklılığı gözlemlerinden yararlanarak açıklamaktadır. Öğrenci 1'in görüntü ile ayna arasındaki uzaklığı belirlerken, görüntü ile cisim arasındaki uzaklığı dikkate aldığı görülmektedir. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin, “*cisim ile ayna arasındaki uzaklığın görüntü ile ayna arasındaki uzaklığa eşit olduğu*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğrencilerin % 6,5'i ise düzlem aynaları küresel aynalar ile karıştırarak; “*düzlem ayna cisimleri ters gösterir*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrencilerin 6. sorunun 1. bölümüne verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı % 8,7, 2. bölümüne verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı % 10,9'dur. Sezgisel yanıtlara örnek olarak; “*aynaya yakın olan cisimlerin görüntüsü aynanın üstünde, uzak olan cisimlerin ise aynanın içinde oluşur*” ve “*düzlem aynada görüntüler nettir*” şeklindeki öğrenci yanıtları verilebilir

Kavram testine verdikleri yanıtlar incelendiğinde; öğrencilerin büyük bir bölümünün; “*düzlem aynada görüntü aynanın önünde / üzerinde / içinde oluşur*” görüşüne sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen kavram yanılığine yönelik olarak öğrenci 4 tarafından kavram testinde yapılan çizim Şekil 4.10’da verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 5 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 4’ün düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.10 Öğrenci 4’ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntü nerede oluşur?

Öğrenci 4: Aynanın üstünde oluşur.

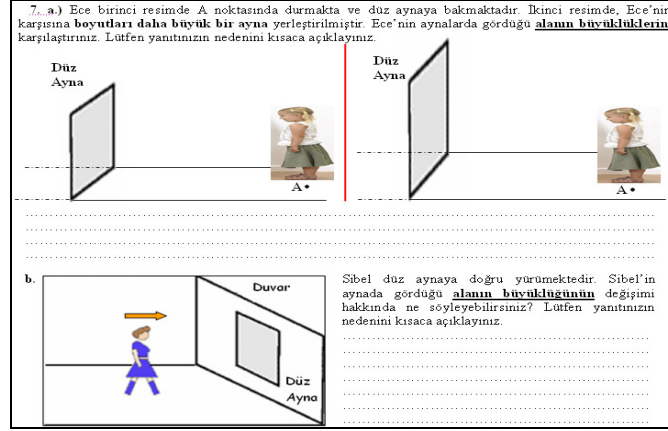
Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Cisimden düzlem aynaya ulaşan ışınlar görüntünün aynanın üstünde oluşmasına neden olur. Görüntü aynanın üstünde oluştuğu için de görüntüyü görebiliriz.

Şekil 4.10’da ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; “*cisimden aynaya ulaşan ışınların aynanın üzerinde görüntüyü oluşturduğunu*” ifade etmiştir. Ayrıca görüntüyü aynanın üzerinde oluşması nedeniyle görebildiğini düşünmektedir. Bu sonuçlara ulaşırken yansıma kanunlarından yararlanmadığı görülmektedir. “*Düzlem aynada görüntünün, aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesiyle oluştuğu*” bilimsel fikrine sahip değildir.

4.1.1.4 Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Görüş Alanının Büyüklüğünü Etkileyen Değişkenler (Soru 7)

Düzlem aynada görüş alanının hangi değişkenlere bağlı olduğuna ilişkin öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan 7. soru Şekil 4.11’de sunulmuştur.



Şekil 4.11 Görüş alanı ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 7.sorunun 1. bölümüne verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.5'te, 2. bölümüne verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.6'da yer almaktadır.

Çizelge 4.5 Öğrencilerin 7.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Görüş alanının aynanın büyüklüğü ile olan ilişkisinin kullanıldığı durum		N	%
Aynanın büyüklüğü arttıkça görüş alanının büyüklüğü artar. Ayna küçülürse görüş alanı da küçülür.		12	26,1
Toplam		12	26,1
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Aynanın büyüklüğü ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişkinin karıştırıldığı durum			
Düzlem ayna büyüdükçe görüş alanı küçülür, ayna küçüldükçe görüş alanı büyür.		14	30,4
B2. Görüş alanının "görüntü" ve "görüntü büyüklüğü" olarak anlandırıldığı durum			
Görüş alanı aynanın büyüklüğüne bağlı değildir.		13	28,3
B3. Görüş alanı ile netlik kavramının karıştırıldığı durum			
Ayna büyüdükçe görüntü netleşir.		5	10,8
Toplam		32	69,5
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
D. Yanıtsız		1	2,2
Genel Toplam		46	100

Çizelge 4.6 Öğrencilerin 7.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST	
	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Görüş alanının gözlemcinin aynaya olan uzaklığı ile olan ilişkisinin kullanıldığı durum		
Gözlemci aynaya yaklaştıkça aynada gördüğü alan büyür, uzaklaştıkça küçülür.	10	21,7
Toplam	10	21,7
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
B1. Gözlemcinin uzaklığı ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişkinin karıştırıldığı durumlar		
Görüş alanı aynaya yaklaştıkça küçülür, uzaklaştıkça büyür.	13	28,3
B2. Gözlemcinin aynaya olan uzaklığı ile görüntünün göz tarafından algılanan büyüklüğü arasındaki ilişkinin görüş alanı kavramı ile karıştırıldığı durum		
Düzlem aynadan uzaklaşırsak cisimlerin görüntüsü küçülür, yaklaşırsak büyür/netleşir.	12	26,1
B3. Görüş alanının “görüntü” ve “görüntü büyüklüğü” olarak anlamlandırıldığı durum		
Görüş alanı gözlemcinin aynaya olan uzaklığına bağlı değildir.	9	19,5
Toplam	34	73,9
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2
D. Yanıtsız	1	2,2
Genel Toplam	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 7. sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 26,1, bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 69,5, 2.bölümüne verilen yanıtlar incelendiğinde ise bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 21,7, bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 73,9 olduğu görülmüştür.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 28,3’ü; “görüş alanının aynaya yaklaştıkça küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü” düşünmektedir. Görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 9’un düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 9: Görüş alanı aynaya yaklaştığımızda küçülür, uzaklaşırsak büyür.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 9: Evde denemiştım, düzlem aynaya yaklaştıkça görüş alanım değişiyordu; net görememeye başlıyordum, görüş alanım küçülüyordu. Fakat aynadan uzaklaştıkça daha net görüyordum, görüş alanım artıyordu.

Görüşmeci: Görüş alanı kavramı ile neyi ifade etmeye çalışıyoruz?

Öğrenci 9: Örneğin; ben aynaya yaklaştığımda kendimi net görebiliyorum ama diğer cisimleri net göremiyorum. Uzaklaştığımda ise daha fazla cisim görmeye başlıyorum ve görüş alanım artıyor.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 9, gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığı ile görüş alanı arasında bir ilişki olduğunu kabul etmektedir. Ancak, “gözlemcinin odaklandığı cisimlerin sayısı” ile “görüş alanı” kavramını ayırt edememekte ve bu kavramları birbirlerinin yerine kullanmaktadır. Öğrenci 9’un görüşme sorusuna verdiği; *“Ben aynaya yaklaştığımda kendimi net görebiliyorum ama diğer cisimleri net göremiyorum. Uzaklaştığımda ise daha fazla cisim görmeye başlıyorum ve görüş alanım artıyor”* yanıtı, öğrenci 9’un aynada kendi görüntüsüne odaklandığını ispatlamaktadır. Öğrenci aynadan uzaklaştıkça diğer cisimlerin görüntülerine de odaklanmaya başladığı için görüş alanının arttığını düşünmektedir. *“Düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı”* bilimsel fikrine sahip değildir. Öğrencilerin % 30,4’ü ise *“düzlem ayna büyüdüğü görüş alanının küçüleceğini, ayna küçüldükçe görüş alanının büyüyeceğini”* ifade etmişlerdir.

“Düzlem aynadan uzaklaştığında cisimlerin görüntüsünün küçüldüğünü, yaklaştığında ise büyüdüğünü / netleştiğini” düşünen öğrencilerin oranı ise % 26,1’dir. Görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 5’in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynaya uzaklığımız ile görüntünün büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 5: Düzlem aynadan uzakta cisimleri küçük görürüz. Aynaya doğru yürüdükümüzde görüntü büyür.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 5: Uzaktan bakınca, gördüğümüz cisimlerin sayısının azaldığını ve boyutlarının küçüldüğünü gördüm. Aynaya yaklaştıkça gördüğüm cisimlerin sayısı artıyordu ve boyutları büyüyordu.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 5; “*düzlem aynaya olan uzaklık ile görüntünün boyu arasında bir ilişki olduğunu*” ifade etmiştir. “*Düzlem aynadan uzakta cisimleri küçük görürüz. Aynaya doğru yürüdüğümüzde görüntü büyür*” ifadesi dikkate alındığında; öğrenci 5, görüntünün büyüklüğünün gözlemcinin konumuna bağlı olarak değiştiğini düşünmektedir. Öğrenci 5’in diğer görüşme sorusuna verdiği; “*Uzaktan bakınca, gördüğüm cisimlerin sayısının azaldığını gördüm. Aynaya yaklaştıkça gördüğüm cisimlerin sayısı ise artıyordu*” yanıtı ise öğrencinin “görüntü” olarak ifade ettiği kavramın aslında “görüş alanı” kavramı olduğunu göstermektedir. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin, “görüntü” kavramı ile “görüş alanı” kavramı arasındaki farkı ayırt edemediği görülmektedir. Öğrenci; “*düzlem aynada gözlemcinin aynaya uzaklığına bağlı olarak cisimlerin görüntülerinde fark edilen değişimlerin (boyut olarak) gözün (gözlemcinin) aynaya olan uzaklığından kaynaklandığı*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip değildir.

“*Görüş alanı aynanın büyüklüğüne bağlı değildir*” düşüncesine sahip öğrencilerin oranı % 28,3’tür. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 10’un düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynalarda görüş alanı ile aynanın büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 10: Görüş alanının büyüklüğü aynanın büyüklüğüne bağlı değildir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 10: Aynanın büyüklüğü değiştiğinde gördüğümüz alanda değişim olmaz, aynı kalır. Görüntüler ise aynanın büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir.

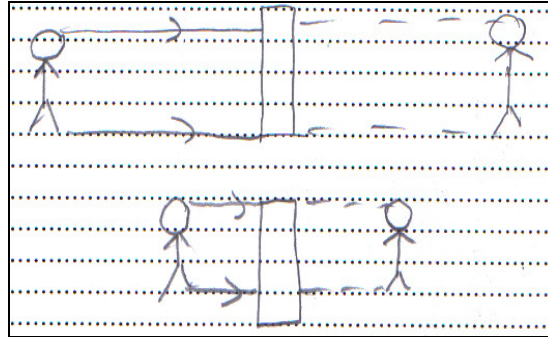
Görüşmeci: Görüntülerde ne tür bir değişim olur?

Öğrenci 10: Ayna büyürse görüntüler büyür, küçülürse küçülür. Ama gördüğümüz toplam alan aynı kalır, değişmez.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 10, düzlem aynanın büyüklüğü ile görüş alanının büyüklüğü arasında bir ilişki olmadığını düşünmektedir. Öğrenci 10’nun görüşme sorularına verdiği yanıtlar; “*düzlem aynaların boyutundaki değişimin görüş alanının büyüklüğünü değiştirmedeği ancak görüntünün boyutunda bir değişime neden olduğu*” fikrini desteklemektedir. Öğrenci 10’un görüşme

sorusuna verdiği; “Ayna büyürse görüntüler büyür, küçülürse küçülür. Ama gördüğümüz toplam alan aynı kalır, değişmez” yanıtı, öğrencinin “görüntü” ile “görüş alanı” kavramlarını doğru bir şekilde anlamlandıramadığını göstermektedir. Öğrenci; “düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün aynanın büyüklüğü ile doğru orantılı olduğu” ve “düzlem aynada görüntü büyüklüğünün aynanın boyutundan bağımsız olduğu” şeklindeki bilimsel düşüncelere sahip değildir.

“Görüş alanı gözlemcinin aynaya olan uzaklığına bağılı değildir” düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranı % 19,5’tir. Elde edilen kavram yanılgısına yönelik olarak öğrenci 6 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.12’de verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşüncüyü destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 16’nın düzlem aynada görüş alanının bağılı olduğu değişkenlere ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.12 Öğrenci 16’nın çizdiği düzlem aynada görüş alanına ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynalarda görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 16: Görüş alanı aynaya olan uzaklığımıza bağılı değildir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 16: Aynaya doğru yürüdüğümüzde görüş alanında bir değişim olmaz. Şekilde de çizdiğim gibi; aynadaki görüntüm ile boyum aynı büyüklükte oluştuğu için görüş alanı değişmez.

Şekil 4.12’de ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 16; “gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığı ile görüş alanının büyüklüğü arasında bir ilişki olmadığını” düşünmektedir. Bu düşüncesini kavram testinde gerçekleştirdiği

çizim ile desteklemektedir. Bu aşamada öğrencinin “düzlem aynada görüntü özellikleri” ile “görüş alanı” kavramlarını ayırt edemediği görülmektedir. Öğrenci 16’nın görüşme sorusuna verdiği; “*Aynaya doğru yürüdüğümüzde görüş alanında bir değişim olmaz. Düzlem aynada görüntünün boyu cisim ile aynı büyüklükte olduğu için görüş alanı değişmez*” yanıtı da öğrenci 16’nın “görüş alanı” kavramını, “cismin aynadaki görüntüsünün büyüklüğü” olarak anlamlandırıldığını ispatlamaktadır. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin; “*düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı*” bilimsel fikrine sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

“*Ayna büyüdükçe görüntü netleşir*” yanıtını veren öğrencilerin oranı ise % 10,8’dir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 7’nin düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynanın büyüklüğü ile görüntünün büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 7: Ayna büyüdükçe görüntü daha net görülür.

Görüşmeci: Net kavramını biraz açabilir misin?

Öğrenci 7: Mesela alışveriş merkezinde büyük bir ayna görmüştüm. Aynada her şey görünüyordu.

Görüşmeci: O zaman netlik kavramını nasıl tanımlayabiliriz?

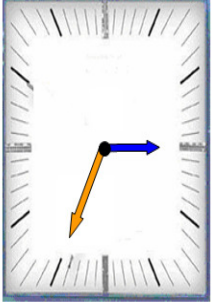
Öğrenci 7: Söylediğim gibi büyük aynalar daha çok şey gösterir, küçük aynalar daha az şey gösterir. Yani büyük aynaların netliği daha fazladır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 7, netlik kavramını aynada görebildiği alan ile ilişkilendirmektedir. “Aynanın boyutu büyüdükçe gördüğü alanın artacağını” ifade etmesine rağmen; “*görüş alanı*” kavramı yerine “*netlik*” kavramını kullanmaktadır. Öğrenci; “netlik” kavramı ile “görüş alanı” kavramını karıştırmakta, aynanın boyutlarındaki artışın netliği artıracığını düşünmektedir. “Netlik kavramının aynanın boyutuna değil, aynanın yüzeyine bağlı olduğu” bilimsel fikrine sahip değildir.

4.1.1.5 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntüde Meydana Gelen Değişiklikler (Soru 8)

Düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntüde meydana gelen değişikliklere ilişkin öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan 8. soru Şekil 4.13'te sunulmuştur.

8.



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 saatine bakmış.

— Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.
.....
.....

— Yanda Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kolundaki saatin kaç olduğunu bulabilir misiniz?
Ali'nin saati:.....

— Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.
.....
.....

Şekil 4.13 Düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 8. soruya öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Öğrencilerin 8.soruya verdikleri yanıtlar

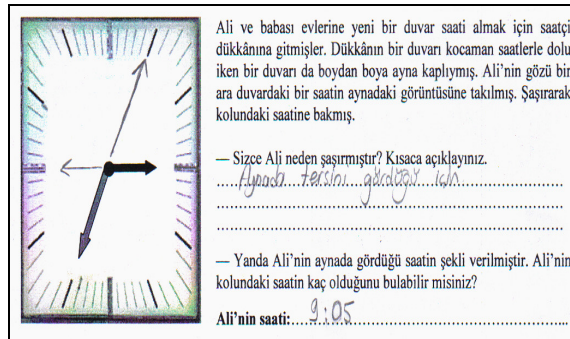
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%
A1. Tam Doğru			
(09:25) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalarda oluşan görüntü cismin simetrisi olarak görülmektedir.	8	17,4	
A2. Kısmi Doğru			
(09:25) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalar cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir.	4	8,7	
Toplam	12	26,1	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Küresel aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar			
(08:55) Düzlem aynalarda oluşan görüntü terstir.	5	10,9	
(08:55) Ayna çukur aynadır, bu nedenle ters göstermektedir.	6	13	
(03:05) Ayna tümsek ayna olduğu için ters gösterir.	4	8,7	
B2. Akrep ve yelkovanın bir tanesinin görüntüsünün bulunduğu veya birbirlerine göre simetrisinin alındığı durumlar			
(19:15, 09:05) Düzlem aynada saat ters görüldüğü için şaşırmıştır.	6	13	
(03:25, 08:35) Düzlem aynada görüntüler ters yansır.	3	6,5	
B3. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama			
Ayna ters çevrildiği için görüntü ters gözükmektedir.	3	6,5	

Çizelge 4.7'nin Devamı...

B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
B4. Sezgisel Yanıtlar		
Düzlem ayna farklı görüntüler oluşturur.	4	8,7
Saat bozuk olduğu için şaşırmıştır.	2	4,4
Toplam	33	71,7
C. Kodlanamaz Yanıtlar		
D. Yanıtsız	-	-
Genel Toplam	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 8. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 26,1'dir. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 17,4'ünün; “Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalarda oluşan görüntü cismin simetrisi olarak görülmektedir” şeklinde açıklamada bulunduğu görülmüştür. Öğrencilerin % 8,7'si ise yanıtlarında; “Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalar cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir” görüşüne yer vermiştir.

Öğrencilerin 8. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 71,7 olduğu görülmüştür. Öğrencilerin % 10,9'u; “düzlem aynanın cisimleri ters gösterdiğini” ifade etmişlerdir. Elde edilen kavram yanlışlığına yönelik olarak öğrenci 6 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim şekil 4.14'te verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 4 öğrencinin bu düşüncüyü destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 6'nın düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.14 Öğrenci 6'nın çizdiği düzlem aynada görüntü şekli (2).

Görüşmeci: Saatin aynadaki görüntüsünü nasıl belirledin?

Öğrenci 6: Düzlem aynada görüntü ters gözüktür. Bu şekilde belirledim.

Görüşmeci: Bu sonuca nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Şekilde çizdiğim gibi; saatin görüntüsü aynada ters olarak gözüktür.

Yani saatin sağ tarafı sola, sol tarafı sağa geçmiştir.


Görüşmeci: Sağ-sol değişimi hakkında bilgi verebilir misin?

Öğrenci 6: Aynaya baktığımda o şekilde gözüktüyor. Örneğin; sağ elimi kaldırdığımda görüntü sol elini kaldırıyor.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; “*düzlem aynalarda görüntünün ters oluştuğunu*” düşünmektedir. Öğrenci 6’ya görüntünün ters oluşumuna ilişkin düşünceleri sorulduğunda; saat ile saatin aynadaki görüntüsü arasındaki farklılığı sağ - sol değişimine bağlı olarak açıklamıştır. Öğrenci 6’nın “ters” kavramı ile “sağ-sol değişimi” kavramını ayırt edemediği görülmektedir. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin; “*düzlem aynada cismin görüntüsünün cisim ile aynı yönde (cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters) oluştuğu ve görüntüde ön-arka değişiminin gerçekleştiği*” şeklindeki bilimsel düşüncelere sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğrencilerin % 21,7’si aynanın küresel ayna olduğu için ters gösterdiğini, % 6,5’i ise ayna ters çevrildiği için görüntünün ters olduğunu ifade etmişlerdir. Akrep ve yelkovanın birbirine göre simetrisini aldığı için veya akrep ve yelkovandan bir tanesinin görüntüsünü bulduğu için bilimsel olmayan bir yanıt veren öğrencilerin oranı % 19,5’tir. Öğrenci 8’in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.15’te sunulmuştur. Görüldüğü gibi öğrenci yalnızca yelkovanın görüntüsünü bularak saatin 03:25 olduğunu vurgulamıştır.

8.



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 saatine bakmış.

— Sizde Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.
Dükkân aynada saatler ters görünür. O yüzden şaşırmıştır.

— Yanda Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kolundaki saatin kaç olduğunu bulabilir misiniz?
 Ali'nin saati: *03.25*

— Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.
Ayna aynası gibi saatin görüntüsünü ters buldum.

Şekil 4.15 Öğrenci 8'in düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve konuya ilişkin açıklamalar.

Öğrencilerin 8. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı ise % 13,1'dir. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtlarına; “*Düzlem ayna farklı görüntüler oluşturur*”, “*Ali, saat bozuk olduğu için şaşırmıştır*” ifadeleri örnek olarak verilebilir. Öğrencilerin 8. soruya verdikleri kodlanamaz yanıtların oranı ise % 2,2'dir.

4.1.2 Çukur ve Tümssek Ayna Konusuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, kavram testinde çukur ve tümssek ayna konusuna ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 4 adet olaysal temelli sorunun değerlendirilmesine yer verilecektir.

4.1.2.1 Çukur Ayna ve Tümssek Aynanın Görüntü Özellikleri, Küresel Aynalarda Oluşan Görüntüler Arasındaki Farklılıklar (Soru 4)

Çukur ve tümssek aynanın görüntü özellikleri ile küresel aynalarda oluşan görüntüler arasındaki farklılıkların öğrenciler tarafından nasıl ifade edildiği ve öğrencilerin küresel aynalarla düzlem aynaları birbirinden ayırt edip edemediklerini belirleyebilmek amacıyla kavram testinde yer verilen 4. soru şekil 4.16'da sunulmuştur.

4. Hangi ayna?

Lütfen 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?

Profesör Çokbilmiş arabasına ne tür bir ayna takmalıydı? Yanıtınızın nedenini açıklayınız.

Şekil 4.16 Küresel aynalarda oluşan görüntüler ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 4. sorunun birinci bölümüne verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.8’de, ikinci bölümüne verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.9’da yer almaktadır.

Çizelge 4.8 Öğrencilerin 4. sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST	
	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Tam Doğru		
Profesör çukur ayna takmıştır. Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Arabasına tümsek ayna takmalıydı.	7	15,2
A2. Kısmi Doğru		
Çukur ayna taktığı için görüntüler terstir. Arabasına düzlem ayna takması gerekirdi.	9	19,6
Toplam	16	34,8
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
B1. Ayna ve merceklerin birbiri ile karıştırıldığı durumlar		
Mercekler cisimleri düz, aynalar ise ters gösterir.	9	19,6
B2. Cismin tümsek aynaya olan uzaklığına bağlı olarak yapılan açıklama		
Profesör tümsek ayna takmıştır. Tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür ve ters döner.	14	30,3
B3. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama		
Ayna ters takıldığı için görüntü ters gözükmemektedir.	3	6,5
B4. Sezgisel Yanıtlar		
Profesör bozuk ayna kullanmıştır.	2	4,4
Toplam	28	60,8
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2
D. Yanıtsız	1	2,2
Genel Toplam	46	100

Çizelge 4.9 Öğrencilerin 4. sorunun 2. bölümüne verdikleri yanıtlar

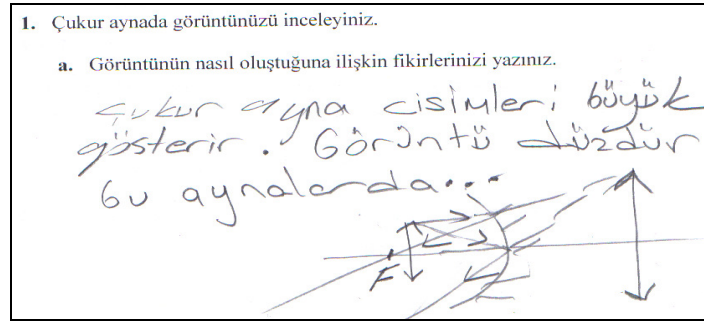
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Profesör çukur ayna takmıştır. Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Arabasına tümsek ayna takmalıydı.		10	21,7
A2. Kısmi Doğru			
Çukur ayna taktığı için görüntüler terstir. Arabasına düzlem ayna takması gerekirdi.		9	19,6
Toplam		19	41,3
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Ayna ve merceklerin birbiri ile karıştırıldığı durumlar			
İnce kenarlı mercek takmalıydı. İnce kenarlı mercekler düz gösterir.		4	8,7
Kalın kenarlı mercek takmalıydı. Kalın kenarlı mercekler düz gösterir.		3	6,5
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerine bağlı olarak yapılan açıklamalar			
Profesör çukur ayna kullanmalıydı. Çünkü çukur aynalar tüm cisimleri düz gösterir.		7	15,2
B3. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durumlar			
Çukur aynalar tüm cisimleri küçük gösterir. Bu nedenle çukur ayna kullanmalıydı.		11	23,9
Toplam		25	54,3
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
D. Yanıtsız		1	2,2
Genel Toplam		46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 4. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında 1. bölüme ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 34,8, 2. bölüme ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 41,3 olduğu görülmektedir. Öğrenci 3'ün kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Çukur aynalarda cisimlerin görüntüleri ters gözükebilir. Bu yüzden arabasına düz gösteren bir ayna takmalıydı. Örneğin; tümsek aynada görüntüler düzdür. Bence tümsek ayna takabilirdi.”

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise 1. bölüm için % 60,8, 2. bölüm için % 54,3'tür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 15,2'si; “profesörün ince / kalın kenarlı mercek takması gerektiğini, ince / kalın kenarlı merceklerin düz gösterdiğini” düşünmektedir. “Merceklerin cisimleri düz, aynaların ise ters gösterdiğini bu nedenle profesörün mercek kullanması gerektiğini” düşünen öğrencilerin oranı ise % 19,6'dır.

Öğrencilerin % 15,2'si “*çukur aynaların tüm cisimleri düz gösterdiğini ve bu nedenle profesörün çukur ayna kullanması gerektiğini*” ifade etmişlerdir. Çukur aynalarda; cismin odak ile ayna arasında olması durumunda görüntünün cisimden büyük ve düz olması öğrencilerin bu görüşe sahip olmalarının ana nedenidir. Öğrenciler; cismin aynanın odak noktası ile tepe noktası arasında bulunması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir. Öğrenci 9'un çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.17'de sunulmuştur.



Şekil 4.17 Öğrenci 9'un çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ve konuya ilişkin açıklamalar.

“*Çukur aynaların tüm cisimleri küçük gösterdiğini*” savunan öğrencilerin oranı ise % 23,9'dur. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşüncüyü destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 4'ün çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 4: Çukur aynalar tüm cisimleri küçük gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Örneğin; tümsek aynalar cisimleri bazen büyük bazen küçük gösteriyorlar. Çukur aynalar ise tüm cisimleri küçük gösteriyor. Bu durum, aynaların kendi özelliğinden kaynaklanıyor.

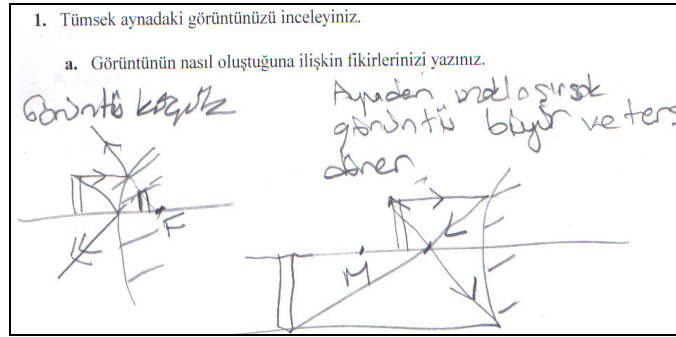
Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; “*tümsek ayna ile çukur aynayı ayırt edememekte, bu nedenle çukur aynada oluşan tüm görüntülerin cisimden küçük olduğunu*” düşünmektedir.

Kavram testinde yer alan çizimler ve görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin; “çukur aynada cisim merkezin dışındayken görüntünün cisimden küçük olması” nedeniyle, “çukur aynaların tüm cisimleri küçük gösterdiği” düşüncesine sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler; cismin merkezin dışında bulunması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir. Öğrenci 12'nin çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.18'de sunulmuştur.



Şekil 4.18 Öğrenci 12'nin çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve konuya ilişkin açıklamalar.

“Ayna ters takıldığı için görüntünün ters gözükeceği” yanıtını veren öğrencilerin oranı % 6,5'tir. “Tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüyeceğini ve ters döneceğini” düşünen öğrencilerin oranı ise % 30,3'tür. Öğrenci 15'in bu kavram yanılıgısına ilişkin olarak öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.19'da sunulmuştur.



Şekil 4.19 Öğrenci 15'in çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ve konuya ilişkin açıklamalar.

Öğrencilerin 4. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı ise % 4,4'tür. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtlarına; “*Profesör bozuk ayna kullanmıştır*” ifadesi örnek olarak verilebilir.

4.1.2.2 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Küresel Aynaların Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları (Soru 2)

Küresel aynaların günlük yaşamdaki kullanım alanları ve ışığı yansıtma özellikleri ile ilgili öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan 2. soru Şekil 4.20’de sunulmuştur.



Şekil 4.20 Küresel aynaların günlük yaşamda kullanım alanları ve ışığı yansıtma özellikleri ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin 2. soruya öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.10’da yer almaktadır.

Çizelge 4.10 Öğrencilerin 2.soruya verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Çukur cisimler ışığı bir noktada (odak noktası) toplarlar. Bu noktada oluşan ısı yemek pişirmemizi sağlar.		11	23,9
		4	8,7
A2. Kısmi Doğru			
Cisim ışığı yansıtarak yemeğin pişmesini sağlamıştır.		3	6,5
Toplam		18	39,1

Çizelge 4.10'un Devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum		N	%
Tümsek aynalar ışınları bir noktada toplarlar. Buradaki cisim de tümsek olduğu için ışığı toplayarak yemeği pişirmiştir.		10	21,8
B2. Çukur aynalardaki yansıma kurallarının birbirine karıştırıldığı durum			
Çukur aynalar gelen ışığı merkezde toplarlar. Bu noktada yemek pişirilebilir.		9	19,5
B3. Sezgisel Yanıtlar			
Bu cisim yemek pişirmeye yarayan bir mercektir.		3	6,5
Işınları toplayan aynalarda görüntü küçük, dağıtan aynalarda görüntü büyüktür.		5	10,9
Toplam		27	58,7
C. Yanıtsız		1	2,2
Genel Toplam		46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 2. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 39,1'dir. Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin; “Çukur cisimler ışığı bir noktada (odak noktası) toplarlar. Bu noktada oluşan ısı yemek pişirmemizi sağlar” şeklinde açıklamada bulunduğu görülmüştür. Bu görüşe sahip öğrencilerin oranı % 23,9'dur. Öğrencilerin % 8,7'si çukur cisimden yansıyan ışınlar yardımıyla ısı aktarımının oluştuğunu şekil üzerinde göstermiştir. “Cisim ışığı yansıtarak yemeğin pişmesini sağlamıştır” görüşüne yer veren öğrencilerin oranı ise % 6,5'dir.

Öğrencilerin 2. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 58,7 olduğu görülmüştür. “Tümsek aynaların ışınları bir noktada topladığını ve resimdeki cismin de tümsek olduğu için ışığı toplayarak yemeği pişirdiğini” düşünen öğrencilerin oranı ise % 21,8'dir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 19,5'i; “çukur aynaların gelen ışığı merkezde topladığını ve bu noktada yemek pişirilebildiğini” ifade etmiştir. Öğrenci 2'nin bu kavram yanlışlığına ilişkin olarak kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.21'de sunulmuştur.

Öğrencilerin sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde verdikleri yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.11’de, ikinci bölümüne verdikleri yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.12’de yer almaktadır.

Çizelge 4.11 Öğrencilerin 9.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar

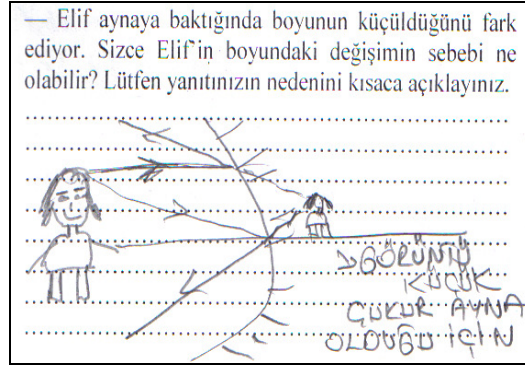
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Tümsek aynalarda görüntünün boyu cisimden küçüktür. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.	15	32,6	
A2. Kısmi Doğru			
Tümsek aynada görüntüler küçüktür.	11	23,9	
Toplam	26	56,5	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum			
Çukur aynaya bakmaktadır. Çukur aynalar cisimlerin görüntülerini küçük gösterir.	3	6,5	
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerinin karıştırıldığı durum			
Çukur aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.	3	6,5	
Tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.	5	10,8	
B3. Küresel aynalar ile merceklerin karıştırıldığı durum			
Kullanılan ince kenarlı mercek görüntüyü küçültmüştür.	2	4,4	
Kullanılan kalın kenarlı mercek görüntüyü küçültmüştür.	1	2,2	
B4. Sezgisel Yanıtlar			
Ayna yamuk olduğu için küçük gösterir.	2	4,4	
Aynalar görüntüyü değişikliğe uğratar.	3	6,5	
Toplam	19	41,3	
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
Genel Toplam	46	100	

Çizelge 4.12 Öğrencilerin 9.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Tümsek aynalarda görüntünün boyu cisimden küçüktür. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.	20	43,5	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Görüş alanının büyüklüğü ile aynadaki görüntü büyüklüğünün karıştırıldığı durum			
Kullanılan ayna daha büyük olursa görüntünün boyu da büyür.	25	54,3	
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
Genel Toplam	46	100	

Öğrencilerin 9. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 56,5, 2.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının % 43,5 olduğu görülmektedir. Sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı % 41,3, 2.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise % 54,3’tür.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 6,5'i; “*çukur aynaların cisimlerin görüntülerini küçük gösterdiğini*” ifade etmiştir. Öğrencilerin bu görüşe sahip olmalarının nedeni çukur ve tümsek aynaları birbiri ile karıştırmalarıdır. Öğrenci 7'nin bu kavram yanlışlığına ilişkin olarak kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.23'te sunulmuştur.



Şekil 4.23 Öğrenci 7'nin kavram testinde yer alan çizim ve açıklamaları.

“*Çukur/tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntünün küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü*” düşünen öğrencilerin oranı % 17,3'tür. Görüşme verileri incelendiğinde 4 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 6'nın tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 6: Tümsek aynalar cisimleri büyük gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Annemin kullandığı bir ayna var, ona bakınca fark ettim. Görüntüler çok büyüktü, ama aynaya yaklaşıncı küçülüyordu.

Görüşmeci: İncelediğin ayna ne tür bir aynaydı?

Öğrenci 6: Annemin makyaj aynasıydı ve tümsek bir aynaydı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntülerin büyüdüğünü, yaklaştıkça küçüldüğünü düşünmektedir. Öğrenci 6 bu düşüncesini makyaj aynasında gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci, odak uzaklığı büyük olan çukur bir aynada gözlem yapmaktadır. Küresel aynaları birbirine karıştırdığı için tümsek aynalardaki görüntü özellikleri ile çukur aynalardaki görüntü özelliklerini ayırt edememektedir. Öğrenci;

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 10. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.13'te, ikinci bölüme yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.14'te yer almaktadır.

Çizelge 4.13 Öğrencilerin 10. sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%
A1. Tam Doğru			
Çukur aynalarda görüntünün boyu cisimden büyük olabilir. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.		8	17,4
A2. Kısmi Doğru			
Çukur aynada görüntüler cisimden büyük olabilir.		5	10,8
Toplam		13	28,2
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum			
Tümsek aynalar cisimlerin görüntülerini büyük gösterir.		6	13,1
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerinin karıştırıldığı durum			
Çukur aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür.		4	8,7
Tümsek aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür.		5	10,8
B3. Küresel aynalardaki görüntünün düz/ters olma durumunun, aynanın çeşidine bağlı olarak genellendiği açıklama			
Tümsek aynalar tüm cisimleri büyük, çukur aynalar ise tüm cisimleri küçük gösterir.		4	8,7
B4. Çukur aynalarda cismin F-T arasında olması durumunda görüntünün cisimden büyük olmasının, çukur aynalardaki tüm durumlara genellendiği açıklama.			
Çukur ayna tüm cisimleri büyük gösterir.		4	8,7
B5. Küresel aynalar ile merceklerin karıştırıldığı durum			
Kullanılan ince kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır.		3	6,5
Kullanılan kalın kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır.		1	2,2
B6. Sezgisel Yanıtlar			
Mercekler görüntüyü değişikliğe uğratmıştır.		4	8,7
Ayna yamuk olduğu için büyük gösterir.		1	2,2
Toplam		32	71,6
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
Genel Toplam		46	100

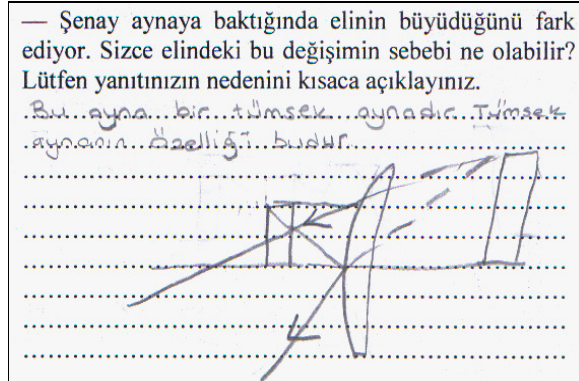
Çizelge 4.14 Öğrencilerin 10. sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%
A1. Tam Doğru			
Çukur aynalarda görüntünün boyu cisimden büyük olabilir. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.		26	56,5
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Görüş alanının büyüklüğü ile aynadaki görüntü büyüklüğünün karıştırıldığı durum			
Kullanılan ayna daha büyük olursa görüntünün boyu da büyür.		19	41,3
Toplam		45	97,8
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2
Genel Toplam		46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 10. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında 1. bölüme ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 28,2, 2.bölüme ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı % 56,5'tir. Öğrenci 10'un kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Çukur aynaların cisimlerin görüntülerini büyük gösterebildiğini biliyorum. Annemin makyaj yapmak için kullandığı böyle bir aynası da var. Ona yakından baktığımda yüzümü çok büyük gösteriyor”

Sorunun 1. bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı % 71,6, 2. bölüme ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise % 41,3'tür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 13,1'inin; *“tümsek aynalar cisimleri büyük gösterir”* düşüncesine sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen kavram yanılgısına yönelik olarak öğrenci 2 tarafından kavram testinde yapılan çizim şekil 4.25'te verilmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceleri destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 2'nin tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.25 Öğrenci 2'nin çizdiği tümsek aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

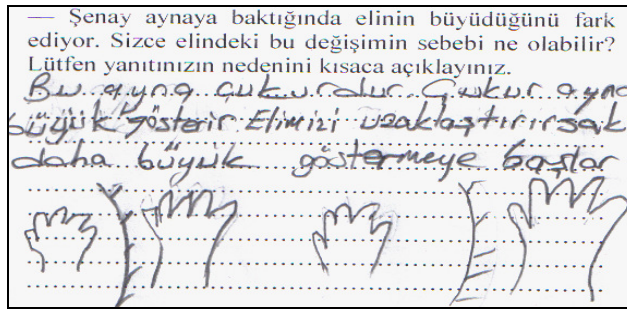
Öğrenci 2: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler cisimden büyüktür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 2: Örneğin; çukur aynalar cisimleri küçük gösterirler, düzlem aynalarda görüntünün boyu cismin boyu ile aynıdır. Tümsek aynalarda ise cisim aynaya yaklaştıkça görüntü büyür (şekli göstererek).

Şekil 4.25'te ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 2; tümsek aynalarda oluşan görüntünün cisimden büyük olduğunu düşünmektedir. Öğrencinin kavram testinde gerçekleştirdiği çizim öğrencinin küresel aynaları ayırt edemediğini göstermektedir. Öğrencinin görüşme sorusuna verdiği; “Örneğin; çukur aynalar cisimleri küçük gösterirler, düzlem aynalarda görüntünün boyu cismin boyu ile aynıdır. Tümsek aynalarda ise cisim aynaya yaklaştıkça görüntü büyür” yanıtı da öğrencinin küresel aynalardaki görüntü özelliklerini birbirine karıştırdığını ispatlamaktadır. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; “tümsek aynalarda oluşan tüm görüntülerin cisimden küçük olduğu” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

“Tümsek aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğünü” düşünen öğrencilerin oranı % 10,8'dir. “Çukur aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğünü” düşünen öğrencilerin oranı ise % 8,7'dir. Elde edilen kavram yanılıgına yönelik olarak öğrenci 11 tarafından kavram testinde yapılan çizim şekil 4.26'da verilmiştir. Öğrenci 11'in çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.26 Öğrenci 11'in çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 11: Çukur aynadan uzaklaştıkça cisimlerin görüntüsü büyür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 11: Elimi çukur aynaya çok fazla yaklaştırdığımda elimin görüntüsünün elimle aynı büyüklüğe ulaştığını gördüm. Fakat uzaklaştırmaya başladığımda elimin aynadaki görüntüsünün büyümeye başladığını gördüm.

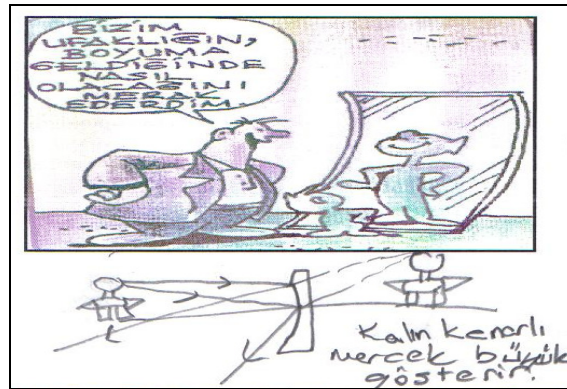
Görüşmeci: Elini çukur aynadan uzaklaştırmaya devam ettiğinde görüntüde herhangi bir değişiklik gözlemledin mi?

Öğrenci 11: Elimini görüntüsü büyümeye devam ediyordu, başka bir değişiklik gözlemedim.

Şekil 4.26'da ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11; "cisimler çukur aynadan uzaklaştıkça aynadaki görüntülerinin büyüdüğünü" düşünmektedir. Öğrenci, görüşme sorularına verdiği yanıtlarda da; "cisim çukur aynaya yaklaştıkça cisim ile görüntünün boyunun eşitlendiği, cisim aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğü" fikrini savunmuştur. Öğrenci; cismin odak ile tepe noktası arasında bulunması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir. Bu ifadeler doğrultusunda öğrencinin; "çukur aynada cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği" şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; "kullanılan aynanın büyümesi durumunda görüntünün de büyüyeceğini" düşünen öğrencilerin oranının % 41,3 olduğu görülür. "Tümsek aynalar tüm cisimleri büyük, çukur aynalar ise tüm cisimleri küçük gösterir" şeklinde görüş bildiren öğrencilerin oranı % 8,7'dir.

Soruya; "Kullanılan ince / kalın kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır" şeklinde yanıt veren öğrencilerin oranı ise % 8,7'dir. Öğrencilerin bu görüşe sahip olmalarının nedeni küresel aynaları mercekler ile karıştırıyor olmalarıdır. Öğrenci 10'un bu kavram yanılgısına ilişkin olarak kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ve yaptığı açıklamalar şekil 4.27'de sunulmuştur.



Şekil 4. 27 Öğrenci 10'un öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ve açıklamalar

Öğrencilerin % 8,7'si; "*çukur aynaların tüm cisimleri büyük gösterdiğini*" düşünmektedir. Öğrenci 14'ün çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 14: Çukur aynalar tüm cisimleri büyük gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 14: Makyaj yaparken kullanılan aynalar var, onları inceledim. Yüzümü çok büyük gösteren çukur bir aynaydı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 14; çukur aynada tüm cisimlerin görüntülerinin büyük olduğunu düşünmektedir. Öğrenci 14 bu düşüncesini çukur aynada gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Kullanılan çukur aynada (makyaj aynası) gözlemci tarafından gözlemlenebilen görüntülerin tümü cisimden büyüktür. Bunun nedeni aynanın odak uzaklığının büyük olmasıdır. Bu tür bir aynada öğrenci tarafından yapılan gözlemler; "*çukur aynalar tüm cisimleri büyük gösterir*" şeklindeki kavram yanlışlığının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Öğrenci; cismin aynanın odağı ile tepe noktası arasında bulunması durumunda çukur aynada oluşan görüntünün özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; "*çukur aynada cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği*" şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğrencilerin 10. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı ise % 10,9'dur. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtlarına; "*Mercekler görüntüyü değişikliğe uğratmıştır*", "*Ayna yamuk olduğu için büyük gösterir*" ifadeleri örnek olarak verilebilir.

Kavram testine verilen yanıtlarda yer almayan, ancak görüşme verilerinden elde edilen kavram yanlışları da mevcuttur. Öğrenci 7 ile çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak gerçekleştirilen görüşmede öğrencinin; "*Çukur ayna tüm cisimleri ters gösterir*" görüşüne sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrenci 7'nin çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 7: Çukur aynalar tüm cisimleri ters gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 7: Ortaokulda kaşığı incelemiştik. Kaşığın çukur tarafına baktığımda hep ters gösterdiğini, tümsek olan tarafında ise görüntünün hep düz olduğunu hatırlıyorum. Bu nedenle çukur aynaların tüm cisimleri ters gösterdiğini düşünüyorum.

Görüşmeci: Kaşığın çukur tarafına bakarken görüntüde başka ne tür değişimler gözlemledin?

Öğrenci 7: Görüntümün küçük olduğunu hatırlıyorum, yüzüm de ters görünüyordu.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 7; çukur aynada tüm cisimlerin görüntülerinin ters oluştuğunu düşünmektedir. Öğrenci 7'nin görüşme sorularına verdiği yanıtlar; "*çukur aynaların tüm cisimleri ters gösterdiği ve oluşan görüntünün boyunun cismin boyundan küçük olduğu*" düşüncesini destekler niteliktedir. Öğrenci; cismin merkezin dışında olması durumunda kaşığın çukur yüzeyinde gözlemlediği görüntü özelliklerini çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir. Öğrenci, çukur aynalardaki görüntü özelliklerine ilişkin olarak ilköğretim sürecinde sahip olduğu kavram yanılığını ortaöğretim sürecine taşımıştır. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; "*çukur aynada cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği*" şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Kavram testine verilen yanıtlarda yer almayan ve görüşme verilerinden elde edilen bir başka kavram yanılığını; "*tümsek ayna tüm cisimleri düz gösterir*" şeklindedir. Öğrenci 13 ile tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak gerçekleştirilen görüşmede öğrencinin bu düşünceye sahip olduğu belirlenmiştir.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 13: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler küçüktür ve düzdür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 13: Alışveriş merkezinde gördüğüm aynalar vardı. Bunlar cisimleri hep düz ve küçük gösteriyordu.

Görüşmeci: Cismin düz veya ters oluşunun oluşan görüntüler ile ilişkisi nasıldır?

Öğrenci 13: Cisim düz veya ters olsa bile tümsek ayna bu cisimleri düz gösterir. Bu durum aynanın şeklinden kaynaklanır; tümsek aynaların bir özelliğidir.

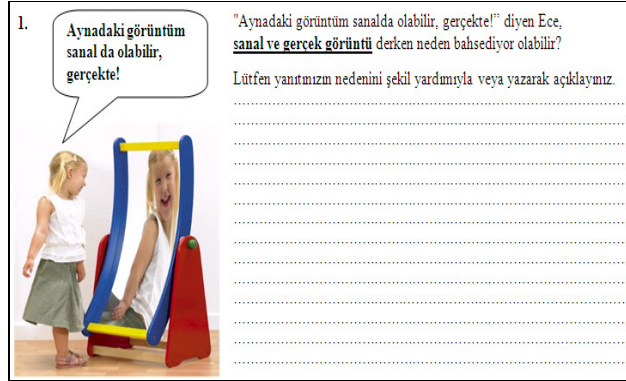
Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 13; tümsek aynada oluşan tüm görüntülerin düz olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncesini tümsek aynalarda gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci 13'ün görüşme sorusuna verdiği; “Cisim düz veya ters olsa bile tümsek ayna bu cisimleri düz gösterir. Bu durum aynanın şeklinden kaynaklanır; tümsek aynaların bir özelliğidir” yanıtı öğrencinin “düz” cisimler için gözlemlendiği görüntü özelliklerini “ters” cisimler için de genellediğini ispatlamaktadır. Bu açıklamalar doğrultusunda öğrencinin; “tümsek aynada oluşan görüntü, cisim ile aynı doğrultudadır (düz ise düz, ters ise ters)” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

4.1.3 Görüntü Türüne İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, kavram testinde görüntü çeşitlerine ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 1. sorunun değerlendirilmesine yer verilecektir.

4.1.3.1 Görüntü Oluşumu ve Görüntünün Türü (Soru 1)

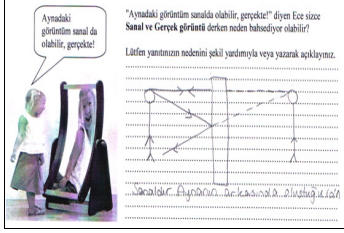
Öğrencilerin gerçek ve sanal görüntü ile ilgili düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan soru Şekil 4.28’de sunulmuştur.



Şekil 4.28 Gerçek ve sanal görüntü ile ilgili kavram testinde yer alan soru

Öğrencilerin 1.soruya öğretim öncesinde verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.15’te yer almaktadır.

Çizelge 4.15 Öğrencilerin 1. soruya verdikleri yanıtlar

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar			
A1. Tam Doğru		N	%
Ece'nin görüntüsü sanaldır. Sanal görüntü; cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesi ile oluşur. Işınlar aynanın önünde kesişseydi gerçek olurdu.		2	4,4
		2	4,4
A2. Kısmi Doğru			
Görüntü aynanın arkasında olduğu için Ece'nin görüntüsü sanaldır. Aynanın önünde oluşan görüntüler ise gerçektir.		3	6,5
Toplam		7	15,3
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar			
B1. Görüntü çeşidi ile küresel aynanın türünün ilişkilendirildiği açıklama			
Çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler sanaldır.		3	6,5
Çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler gerçektir.		5	10,8
Tümsek aynalarda oluşan tüm görüntüler gerçektir.		1	2,2
B2. Görüntü çeşidinin, görüntünün büyüklüğüne bağlı olarak açıklandığı durum			
Ece'nin görüntüsü cisimden büyük olduğu için sanaldır.		3	6,5
Sanal görüntü cisimle aynı boydadır. Bu nedenle Ece'nin görüntüsü sanaldır.		1	2,2
Gerçek görüntü cisimle aynı boydadır. Bu nedenle Ece'nin görüntüsü gerçektir.		1	2,2
B3. Görüntü çeşidinin, görüntünün yerine bağlı olarak açıklandığı durum			
Ece'nin görüntüsü sonsuzda oluşmuştur. Bu nedenle sanaldır.		4	8,7
Görüntü aynanın arkasında / içinde / üstünde olduğu için gerçektir.		7	15,2
Görüntü aynanın içinde değil dışında olduğu için sanaldır.		1	2,2
Görüntü aynanın önünde olduğu için Ece'nin görüntüsü sanaldır.		1	2,2
B4. Görüntü çeşidinin, görüntünün durumuna bağlı olarak açıklandığı durum			
Aynada olduğu gibi görünen görüntü gerçek görüntüdür. Görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynadaki görüntü sanal görüntüdür.		3	6,5
Gerçek görüntüler terstir / düzdür. Sanal görüntüler düzdür / terstir.		2	4,4
B5. Görüntü çeşidi ile görüntünün gözlemci tarafından görülme durumunun ilişkilendirildiği açıklama			
Görüntü aynada görünüyorsa gerçektir, görünmüyorsa ise sanaldır.		3	6,5
B6. Görüntü çeşidinin cismin ve görüntünün konumuna bağlı olarak açıklandığı durum			
Ece'nin kendisi gerçek görüntü, aynadaki görüntüsü ise sanal görüntüdür.		2	4,4
B7. Sezgisel Yanıtlar			
Sanal görüntü hayal gibi bir görüntüdür. Aslında olmayan bir görüntüdür.		1	2,2
Gerçek görüntü aynada sürekli kalan, sanal görüntü geçici olarak kalan görüntüdür.		1	2,2
Toplam		39	84,7
Genel Toplam		46	100

Öğrencilerin 1. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında öğrencilerin % 15,3'ünün bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt verdiği görülmüştür. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar içerisinde; sanal görüntünün oluşumunu çizimler yardımıyla açıklayan öğrencilerin oranı ise % 4,4'tür.

Öğrencilerin 1. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının % 84,7 olduğu görülmüştür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin % 6,5'i; "*Çukur aynalarda oluşan tüm görüntülerin sanal olacağını*" ifade etmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 3 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 8'in çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 8: Çukur aynalarda oluşan görüntüler sanaldır.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 8: Çünkü cisimlerin kendi boyutları ile aynadaki boyutları arasında farklılık varsa oluşan görüntü sanal görüntüdür. Çukur aynalara baktığımda da aynadaki görüntünün cisimden farklı olduğunu görüyorum. Bu nedenle görüntü sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 8, çukur aynada oluşan görüntülerin sanal olduğunu düşünmektedir. Öğrenci 8 bu düşüncesini çukur aynada gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci görüşme sorularına verdiği yanıtlarda; "*çukur aynadaki görüntülerde gerçekleşen değişimi görüntülerin sanal oluşuna*" bağlamaktadır. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; "*çukur aynada cismin konumuna bağlı olarak görüntü çeşidinin sanal veya gerçek olabileceği*" şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca öğrencinin görüntünün türüne ilişkin olarak; "*Cisimlerin kendi boyutları ile aynadaki görüntülerinin boyutları arasında farklılık varsa oluşan görüntü sanal görüntüdür*" şeklinde bir başka kavram yanılgısına sahip olduğu da belirlenmiştir.

Öğrencilerin % 10,8'i; "*Ece'nin baktığı aynanın çukur olduğunu ve çukur aynalarda oluşan tüm görüntülerin gerçek olacağını*" ifade etmiştir. Görüşme verileri incelendiğinde 2 öğrencinin bu düşünceyi destekler nitelikte yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Öğrenci 5'in çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 5: Çukur aynalarda oluşan görüntüler gerçektir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 5: Örneğin; düzlem aynalarda görüntü sanaldır, çünkü görüntü aynanın önünde oluşmaktadır. Fakat çukur aynalarda görüntüler aynanın arkasında oluştuğu için gerçektir.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 5; “*çukur aynada oluşan görüntülerin gerçek olduğunu*” düşünmektedir. Öğrenci 5 bu düşüncesini düzlem ve çukur aynalarda gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci görüşme sorularına verdiği yanıtlarda; “*çukur aynada görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu ve bu nedenle görüntünün gerçek olacağını*” ifade etmektedir. Bu açıklamalar doğrultusunda öğrencinin; “*çukur aynada cismin konumuna bağlı olarak görüntü çeşidinin sanal veya gerçek olabileceği*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca öğrencinin görüntünün türüne ilişkin olarak; “*Aynanın önünde oluşan görüntü sanal, arkasında oluşan görüntü gerçek görüntüdür*” şeklinde bir başka kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir.

“*Ece'nin baktığı aynanın tümsek ayna olduğunu ve tümsek aynalarda oluşan görüntülerin gerçek olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranı ise % 2,2'dir. Öğrenci 11'in tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 11: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler gerçektir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 11: Aynaya baktığımda görüntüyü görebiliyorsam o görüntünün gerçek olduğunu gösterir. Tümsek aynalara baktığımızda da görüntüyü aynada görebildiğim için görüntü gerçek bir görüntüdür.

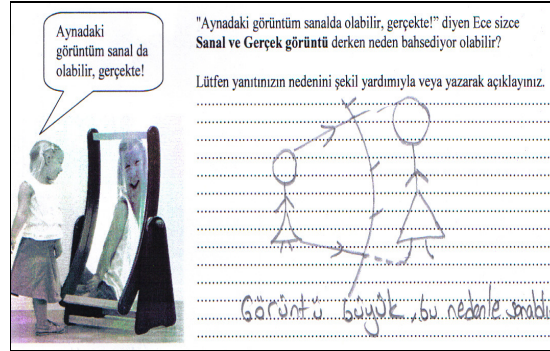
Görüşmeci: Peki sanal görüntüyü nasıl tanımlarız?

Öğrenci 11: Söylediğim gibi bir cismin görüntüsü aynada görülüyorsa bu gerçek görüntüdür, aynaya baktığımda görüntüyü göremiyorsam görüntü sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11, tümsek aynada oluşan görüntülerin gerçek olduğunu düşünmektedir. Öğrenci 11 bu düşüncesini tümsek aynalarda gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci 11'in görüşme

sorusuna verdiği; “Bir cismin görüntüsü aynada görülüyorsa bu gerçek görüntüdür, aynaya baktığımda görüntüyü göremiyorsam bu da sanal görüntüdür.” yanıtı öğrencinin sahip olduğu bir başka kavram yanılığını da ortaya çıkarmaktadır. Bu kavram yanılığı, öğrencinin “tümsek aynalarda görüntü gözle görülebildiği için gerçektir” düşüncesine sahip olmasının ana nedenidir. Öğrenci; “tümsek aynada oluşan görüntüler sanaldır” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip değildir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; görüntü çeşidini görüntünün büyüklüğüne bağlı olarak açıklayan öğrencilerin oranının % 10,9 olduğu görülmüştür. Öğrencilerin % 6,5’i; “görüntü cisimden büyük ise görüntünün sanal olduğunu” düşünmektedir. Elde edilen kavram yanılığına yönelik olarak öğrenci 9 tarafından kavram testinde yapılan çizim Şekil 4.29’da verilmiştir. Öğrenci 9’un görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartişılmıştır.



Şekil 4.29 Öğrenci 9’un çizdiği görüntü türüne ilişkin şekil.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin türü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 9: Aynadaki görüntünün boyu cismin boyu ile aynı olsaydı gerçek olurdu, görüntü cisimden büyük ya da küçük olursa sanal olur.

Görüşmeci: Peki bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 9: Örneğin düzlem aynalara baktığımda görüntünün gerçek olduğunu gördüm. Çünkü cisim ile görüntü arasında fark yoktu. Diğer aynalardaki görüntülerin değişik olduğunu gördüm. Örneğin çukur aynada görüntü cisimden daha büyüktür (çizimi göstererek). Bu nedenle görüntü sanaldır.

Şekil 4.29’da ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 9, görüntünün cisimden büyük veya küçük olması durumunda sanal olacağını ileri sürmektedir. Öğrenci; görüntünün boyutu (büyük/küçük) ile görüntü türleri (sanal/gerçek) arasında kurduğu bu ilişkiyi kavram testinde yer alan çukur aynaya ait görüntü çizimi ile ispatlamaya çalışmaktadır. Ayrıca bu düşüncesini; “*cisim ile benzer özelliklere sahip görüntülerin gerçek, cisim ile farklı özelliklere sahip olan görüntülerin sanal olacağı*” şeklindeki başka bir kavram yanılgısı ile desteklemektedir. Öğrenci; “*görüntü türünün görüntünün boyutuna bağlı olmadığı ve cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların aynanın arkasında kesişmesiyle sanal görüntünün oluştuğu*” şeklindeki bilimsel düşüncelere sahip değildir.

“*Sanal görüntü / gerçek görüntünün cisimle aynı boyda olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranı % 4,4’tür. Görüntü çeşidinin görüntünün durumuna bağlı olarak açıklandığı yanıtlar incelendiğinde; “*gerçek görüntülerin ters / düz olduğunu, sanal görüntülerin düz / ters olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranının ise % 4,4 olduğu görülür. Öğrenci 6’nın bu iki kavram yanılgısına ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin türü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 6: Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır. Görüntünün gerçek olduğunu ise ters olmasından anlarız.

Görüşmeci: Sanal görüntüye örnek verebilir misin?

Öğrenci 6: Örneğin benim boyum 1.60 ise düzlem aynaya baktığımda görüntümün boyuda 1.60’tır. Aynada aynı şekilde gözüktüğü için sanaldır.

Görüşmeci: Peki gerçek görüntüye örnek verebilir misin?

Öğrenci 6: Görüntü cisim ile farklı bir şekle sahip fakat boyu aynı ise bu görüntü gerçektir.

Görüşmeci: Bu görüntüyü ne tür aynalarda görebiliriz?

Öğrenci 6: Örneğin; çukur aynalarda görebiliriz. Görüntü terstir ve cisimle aynı boydadır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; “*sanal görüntünün düz, gerçek görüntünün ters olduğunu ve her iki görüntünün cisim ile aynı boyda olması gerektiğini*” düşünmektedir. Öğrenci 6 bu düşüncelerini düzlem aynada ve çukur aynada gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci 6’nın görüşme

sorusuna verdiği; “Örneğin benim boyum 1.60 ise düzlem aynaya baktığımda görüntümün boyuda 1.60’tır. Aynada aynı şekilde gözüktüğü için sanaldır” yanıtı, öğrencinin sanal görüntüyü düzlem aynada oluşan görüntüler ile sınırlandırdığını ortaya çıkarmaktadır.

Öğrenci görüşme sorusuna verdiği bir başka yanıtta; “Görüntü ters ve cisim ile aynı boyda ise bu görüntü gerçektir” yanıtını vermiş ve bu düşünceye çukur aynalarda gerçekleştirdiği gözlemler yardımıyla ulaştığını vurgulamıştır. Bu ifadeden hareketle; öğrencinin gerçek görüntü kavramını, çukur aynalarda cismin merkezde olması durumunda ortaya çıkan görüntünün özellikleri ile sınırlandırdığı söylenebilir. Öğrenci; “görüntü türünün (gerçek / sanal), görüntü özelliklerine (büyük / küçük, düz / ters vb.) bağlı olmadığı” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip değildir.

Görüntü çeşidini görüntünün yerine bağlı olarak açıklayan öğrencilerin oranı % 28,3’tür. Öğrencilerin % 8,7’si; “görüntünün sonsuzda ise sanal olacağını” düşünmektedir. Öğrenci 12’nin görüntü türlerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin türü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 12: Görüntüyü aynada göremiyorsak sanaldır. Bu durum görüntünün sonsuzda olduğunu gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

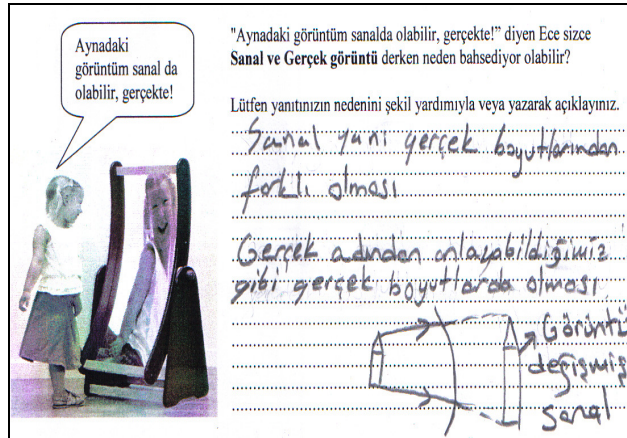
Öğrenci 12: Aynada görünmeyen görüntüler aynanın çok uzağında yani sonsuzda oluşmaktadır. Eğer görüntü yakında oluşuyor ise gerçektir, örneğin düzlem aynadaki gibi.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 12; sonsuzda oluşan görüntülerin sanal olduğunu düşünmektedir. Öğrenci bu düşüncelerini; “görüntüyü aynada görebiliyorsak gerçektir, göremiyorsak sanaldır” şeklindeki başka bir kavram yanılgısı ile desteklemektedir. Öğrenci görüşme sorularına verdiği yanıtlarda; “gözlemci tarafından görülemeyen görüntülerin sonsuzda oluştuğunu, bir başka ifadeyle uzakta oluştuğu için gözlemci tarafından görülemediğini” ifade etmiştir. Öğrenci; görüntünün aynaya olan uzaklığı ve gözlemci tarafından görülebilirliği ile görüntü türü arasında bir ilişki kurmaktadır. “Cisimden çıkarak

aynadan yansıyan ışınların aynanın arkasında kesişmesiyle sanal, önünde kesişmesiyle gerçek görüntünün oluşacağı” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip değildir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; öğrencilerin % 15,2’si “görüntünün aynanın arkasında / içinde / üstünde oluştuğu için gerçek olacağını”, % 2,2’si “Ece’nin görüntüsünün aynanın içinde değil de dışında oluştuğu için sanal olacağını”, % 2,2’si ise “Ece’nin görüntüsünün aynanın önünde oluşması nedeniyle sanal olacağını” düşünmektedir. “Görüntü aynada görünüyorsa gerçektir, görünmüyor ise sanaldır” şeklinde açıklamada bulunan öğrencilerin oranı % 6,5 “Ece’nin kendisi gerçek görüntü, aynadaki görüntüsü ise sanal görüntüdür” düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranı ise % 4,4’tür.

“Aynada olduğu gibi görünen görüntünün gerçek, görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntünün ise sanal olduğunu” düşünen öğrencilerin oranı % 6,5’tir. Elde edilen kavram yanlılığına yönelik olarak öğrenci 13 tarafından kavram testinde yapılan çizim şekil 4.30’da verilmiştir. Öğrenci 13’ün görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.



Şekil 4.30 Öğrenci 13’ün çizdiği görüntü türüne ilişkin çizim.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin türü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 13: Aynada olduğu gibi görünen görüntü gerçek görüntüdür. Düzlem aynalardaki görüntüyü buna örnek olarak verebilirim.

Görüşmeci: Peki sanal görüntüyü nasıl ifade edebiliriz?

Öğrenci 13: Görüntünün değiştiği aynalardaki görüntü sanal görüntüdür. Örneğin; çukur aynada oluşan görüntü büyüktür (şekli göstererek). Tümsek aynalarda oluşan görüntüler ise cisimden küçüktür. Bu tür aynalarda görüntü değişime uğradığı için görüntü sanaldır.

Şekil 4.30'da ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 13, cisim ile görüntüsü arasında boyut olarak bir farklılık olduğunda görüntünün türünün değiştiğini ileri sürmektedir. Bu düşüncesini; küresel aynalarda yaptığı gözlemlerde elde ettiği sonuçlar ve bu doğrultuda kavram testine yapmış olduğu çizim ile desteklemektedir.

Öğrencinin görüşme sorusuna verdiği; *“Görüntünün değiştiği aynalardaki görüntü sanal görüntüdür. Örneğin; çukur aynada oluşan görüntü büyüktür. Tümsek aynalarda oluşan görüntüler ise cisimden küçüktür. Bu tür aynalarda görüntü değişime uğradığı için görüntü sanaldır”* yanıtı da öğrencinin aynalardaki görüntü türleri (sanal/gerçek) ile görüntü özelliklerini birbirine karıştırdığını ispatlamaktadır. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; *“aynadan yansıyan ışınların aynaların önünde kesişmesi ile gerçek görüntü, aynanın arkasında kesişmesi ile sanal görüntü oluşur”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğrencilerin verdikleri sezgisel yanıtlar içerisinde; *“Sanal görüntü hayal gibi bir görüntüdür. Aslında olmayan bir görüntüdür”* düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranı % 2,2'dir. Sezgisel yanıtlar içerisinde yer alan; *“Gerçek görüntü aynada sürekli kalan, sanal görüntü ise geçici olarak kalan görüntüdür”* düşüncesine sahip olan Öğrenci 10'un görüşme verileri aşağıda tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin türü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 10: Gerçek görüntü aynada sürekli kalan, sanal görüntü ise geçici olarak kalan görüntüdür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 10: Ben aynaya baktığımda aynada o anda mevcut olan cisimlerin görüntüleri gerçektir. Benim görüntüm ise aynada belli bir süre kalacağı için sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 10; “*gerçek görüntünün aynada sürekli kalan, sanal görüntünün ise belirli bir süre kalan görüntü türü olduğunu*” düşünmektedir. İfadeler doğrultusunda öğrencinin; “*aynadan yansıyan ışınların aynaların önünde kesişmesi ile gerçek görüntü, aynanın arkasında kesişmesi ile sanal görüntü oluşur*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

4.2 Aynalar Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları

Kavram testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla; düzlem ayna, çukur ayna, tümsek ayna ve görüntü türleri konularına ilişkin kavram yanılgıları belirlenmiş ve önceki bölümlerde bu bilgilere soru analizleri ve frekans dağılımları biçiminde yer verilmiştir. Bu bölümde ise kavram yanılgıları özet olarak; ayna türleri (düzlem ve küresel), görüş alanı ve görüntü türleri başlıkları altında sunulmuştur.

Çizelge 4.16 Düzlem ayna konusuna ilişkin kavram yanılgıları

Konu	Kavram Yanılgısı
Düzlem Ayna	Düzlem aynada görüntü aynanın önünde / üzerinde / içinde oluşur.
	Aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde / büyüklükte oluşur.
	Cismin önüne engel konulduğunda cismin bir bölümünün veya tamamının düzlem aynada görüntüsü oluşmaz.
	Düzlem aynada sağ-sol değişimi olur.
	Düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir.
	Düzlem ayna büyüdükçe görüntü netleşir.
	Düzlem aynadan uzaklaşırsak cisimlerin görüntüsü küçülür. Yaklaşırsak büyür / netleşir.
	Düzlem aynada görüntüler terstir.
	Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür / küçüktür.
	Düzlem aynada görüntü gerçektir.
	Düzlem aynada cismin görüntüsünü görebilmek için cisimle aynı doğrultuda bulunmak gerekir.
	Gözlemcinin gözünden çıkarak önce cisme daha sonra aynaya ulaşan ışınlar yansiyarak görüntüyü oluşturur.
	Cisimlerin görüntüsü düzlem aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise düzlem aynada görüntü bulunmaz.

Çizelge 4.17 Küresel aynalar ile ilgili kavram yanlışları

Konu		Kavram Yanılgısı
Küresel Aynalar	Genel	Işınları toplayan aynalarda görüntü küçük, dağıtan aynalarda görüntü büyüktür.
		Görüntünün büyüklüğü küresel aynanın büyüklüğü ile orantılıdır.
	Çukur Ayna	Cisim çukur aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.
		Çukur ayna tüm cisimleri düz / ters gösterir.
		Çukur ayna tüm cisimleri büyük / küçük gösterir.
		Çukur aynada tüm görüntüler sanaldır / gerçektir.
	Tümsek Ayna	Cisim tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntüsü büyür / yaklaştıkça küçülür.
		Tümsek aynalar tüm cisimleri (asal eksen üzerinde düz veya ters olarak yer alan) düz gösterir.
		Tümsek aynada oluşan görüntü cisimden büyüktür.
		Tümsek aynada görüntü gerçektir.

Çizelge 4.18 Görüş alanına ilişkin kavram yanlışları

Konu	Kavram Yanılgısı
Görüş Alanı	Görüş alanı düzlem aynaya yaklaştıkça küçülür, uzaklaştıkça büyür.
	Düzlem ayna küçüldükçe görüş alanı büyür.
	Görüş alanının büyüklüğü gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığına bağlı değildir.
	Görüş alanının büyüklüğü düzlem aynanın büyüklüğüne bağlı değildir.

Çizelge 4.19 Görüntü türleri ile ilgili kavram yanlışları

Konu	Kavram Yanılgısı
Görüntü Türleri	Görüntü cisimden büyük / küçük ise sanaldır.
	Görüntü sonsuzda ise sanaldır.
	Aynada cisim ile aynı şekilde görünen görüntü gerçek görüntüdür. Görüntünün değişime uğradığı (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntü sanal görüntüdür.
	Görüntü aynanın arkasında ise gerçektir.
	Sanal görüntü düzdür, gerçek görüntü terstir.
	Görüntü aynanın önünde ise sanaldır.
	Sanal görüntü / gerçek görüntü cisimle aynı boydadır.
	Gerçek görüntü cismin kendisidir, sanal görüntü ise aynadaki görüntüsüdür
	Görüntü aynada gözlemci tarafından görülebiliyorsa gerçektir.
	Görüntü aynada gözlemci tarafından görülemiyorsa sanaldır.

Öğrencilerin çizelgelerde yer alan yanlış ifadeleri, Minstrell (1992) tarafından bilgi parçacıkları (knowledge in pieces)” olarak ifade edilmektedir. Bilgi parçacıkları; “öğrencilerin kavramsal ve işlevsel düşünce ve inançlarını ifade eden yapılar” olarak tanımlanmıştır [197].

Öğrencilerin öğrenme ortamına getirdikleri bilgi parçacıklarını tanımlama ve bu parçacıkların öğrenciler tarafından nasıl yapılandırıldıklarını yorumlama sürecinde “ilkel yapılar (p-prims)” kavramı ön plana çıkmaktadır. İlkel yapılar; öğrencilerin sezgisel olarak anlamlandırdıkları ve daha önceki öğretim süreçlerinde edindikleri bilgilere ve günlük yaşamda edindikleri deneyimlere bağlı olarak öğretim ortamına getirdikleri düşünceler olarak ifade edilebilir [198].

Çizelgelerde yer alan öğrenci ifadeleri, “aynalar konusuna ait ilkel yapılar” olarak sınıflandırılabilir. Çünkü öğrenciler kavram testine ve görüşmelere verdikleri yanıtlarda, “düz ayna”, “tümsek ayna”, “çukur ayna”, “görüş alanı” ve “görüntü türleri” konularında yer alan kavramlara ilişkin görüşlerini; daha önceki öğretim süreçlerinde edindikleri bilgilere ve günlük yaşamda edindikleri deneyimlere dayandırmaktadırlar. Araştırmaya ait bulgular içerisinde “sezgisel yanıtlar” kategorisi altında incelenen, öğrencilerin sezgisel olarak anlamlandırdıkları ancak bilişsel, ontolojik veya sosyal bakış açısı yardımıyla destekleyemedikleri bilgi parçacıkları da aynalar konusuna ait ilkel yapılara örnek olarak verilebilir.

4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu kısımda ikinci alt problem olarak; “Öğretim süreci öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilemiştir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Kavramsal değişim sürecini inceleyebilmek amacıyla; “düzlem ayna”, “çukur ayna”, “tümsek ayna” ve “görüntü türü” konularına ilişkin olarak kavram testinden ve görüşmelerden elde edilen veriler kavramsal değişim çerçevesinde değerlendirilmiştir.

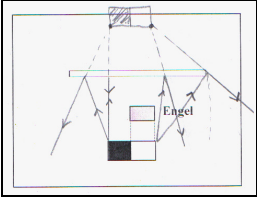
4.2.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, öğretim öncesi ve sonrasında kavram testinde düzlem ayna konusuna ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 5 adet sorunun değerlendirilmesine yer verilecektir. İlk olarak, düzlem aynada görüntü oluşumu ve engelin görüntü oluşumuna etkisi ile ilgili öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan 3. soruya ait bulgular kavramsal değişim çerçevesinde sunulmuştur.

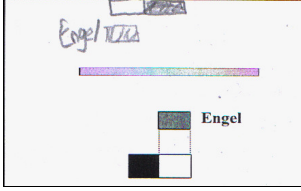
4.2.1.1 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Engelin Görüntü Oluşumuna Etkisi (Soru 3)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 3. soruya öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.20’de yer almaktadır.

Çizelge 4.20 Öğrencilerin 3.soruya verdikleri yanıtlar (2)

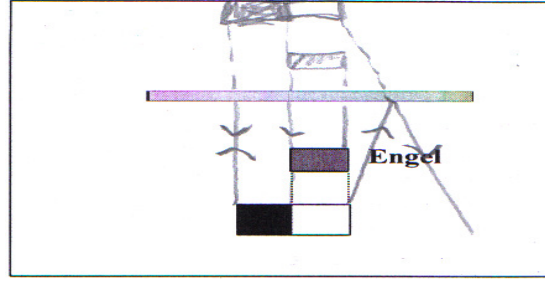
YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Tam Doğru					
Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve gözümüze ulaşır. Bizde görüntüyü yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde görürüz. Engel görüntü oluşumunu engellemez.		8	17,4	14	30,4
A2. Kısmi Doğru					
Cisimden yansıyan ışınlar engele rağmen aynaya ulaşırlar ve aynada cismin görüntüsünü oluştururlar.		6	13,1	15	32,6
		4	8,6	7	15,2
Toplam		18	39,1	36	78,2

Çizelge 4.20'nin Devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Cisimden çıkan ışınların yalnızca bir doğrultuda yayıldığı düşünülmesi durumu		N	%	N	%
Cismin önüne engel konulduğunda cisimden çıkan ışınlar aynaya ulaşamaz. Bu nedenle, cismin bir bölümünün veya tamamının aynada görüntüsü oluşmaz.		6	13,1	3	6,5
B2. Cisimlerin önüne engel konulması ile gölge olayının karıştırılması durumu					
Cismin önüne bir engel konulduğunda, cisimden çıkan ışınlar aynaya düşerek gölge oluşturur. Cismin aynadaki görüntüsü bu nedenle siyah gözüktür.		4	8,6	1	2,2
B3. Sezgisel Yanıtlar					
Cismin önüne bir engel konulduğunda cismin görüntüsü ters görülür.		9	19,5	2	4,4
Cismin önüne bir engel konulduğunda cismin görüntüsü yer değiştirir.					
		7	15,3	3	6,5
Toplam		26	56,5	9	19,6
C. Kodlanamaz Yanıtlar		2	4,4	1	2,2
D. Yanıtsız		-	-	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 3. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 39,1, öğretim sonunda ise % 78,2 olduğu belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin % 15,2'sinin yansıyan ışınları çizerek görüntü oluşumunu açıklamaya çalıştığı görülmektedir.

Öğrencilerin 3. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının öğretim öncesinde % 56,5 öğretim sonunda ise % 19,6 olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin % 13,1'i; "cismin önünde bulunan bir engelin cismin aynadaki görüntüsünün tamamının veya bir bölümünün oluşmasını engellediğini" düşünmektedirler. Öğretim sonunda bu oran % 6,5 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 3'ün düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 3'ün öğretim süreci sonunda uygulanan kavram testine yapmış olduğu çizim Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.31 Öğrenci 3'ün çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Görüşmeci: Önüne engel yerleştirilen cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne düşünüyorsun?

Öğrenci 3: Engel cismin görüntüsünü görmemizi engeller.

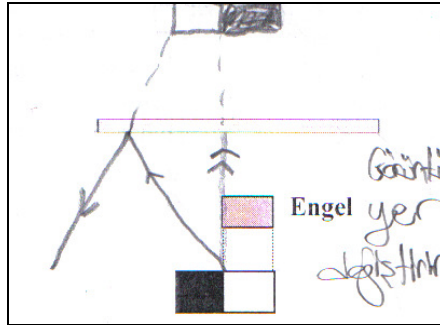
Görüşmeci: Engel görüntü oluşumunu nasıl etkilemektedir?

Öğrenci 3: Cisimden çıkan ışınlar düzlem aynaya ulaşır ve yansıyan ışınlar aynanın arkasında görüntüyü oluşturur. Engelin görüntünün oluşumuna etkisi yoktur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 3; cisimden aynaya ulaşan ışınların yansyarak gözümüze ulaştığını ve görüntünün yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde oluştuğunu ifade etmektedir. Cismin önünde yer alan engelin görüntü oluşumunu engellemediğini düşünmektedir. Öğrencinin Şekil 4.2'de verilen çiziminde de aynaya ulaşan ışınlar yansyarak aynanın arkasında görüntüyü oluşturmakta, engel ışınların aynaya ulaşımını engellememektedir. Öğrenci; “*düzlem aynada görüntünün oluşabilmesi için cisimden çıkan ışınların aynaya ulaşmasının yeterli olduğu ve bu aşamada ışınların tek bir doğrultuda yayılmasının bir zorunluluk olmadığı*” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci, öğretim öncesinde sahip olduğu; “*cismin önünde bulunan bir engelin cismin aynadaki görüntüsünün tamamının veya bir bölümünün oluşmasını engellediği*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

“*Cismin önüne yerleştirilen bir engelin ayna üzerinde cismin gölgesini oluşturacağı ve bu gölgenin görüntünün siyah olarak gözükmesine neden olacağı*” yönünde görüş bildiren öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 8,6, öğretim sonrasındaki oranı ise % 2,2'dir. 3. soruya verilen tüm yanıtlar incelendiğinde; öğretim sürecinin sonunda kavram yanılgısına sahip olan öğrencilerin oranında % 36,9'luk bir azalma olduğu görülmüştür.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelendiğinde öğrenci 12'nin öğretim öncesinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt, öğretim sürecinin sonunda ise bilimsel olarak kabul edilemez bir yanıt verdiği görülmektedir. Öğrenci öğretim öncesinde; “Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve gözüümüze ulaşır. Bizde görüntüyü yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde görürüz” şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermiştir. Öğretim sürecinin sonunda düşüncelerini şekil yardımıyla desteklemiş ve “cismin önüne bir engel konulduğunda cismin görüntüsünün yer değiştireceğini” ifade etmiştir. Öğrencinin öğretim sürecinin sonunda kavram testinde gerçekleştirdiği çizim şekil 4.32’de verilmiştir.



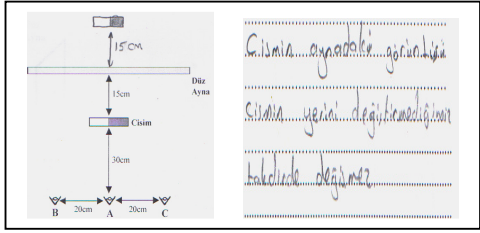
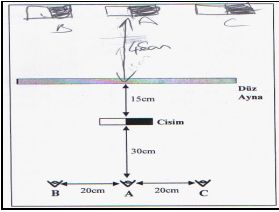
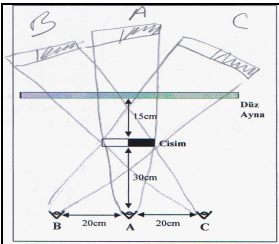
Şekil 4.32 Öğrenci 12'nin çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Öğrenci çiziminde “görüntünün yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde oluşacağı” düşüncesinden yararlanmasına rağmen engel nedeniyle “görüntünün yerinin değişeceğini” ifade etmiştir. Öğrenci yansıma kanunlarını doğru anlamlandırmasına rağmen, herhangi bir cismin önünde bir engel olması durumunda görüntü oluşumunun nasıl gerçekleşeceğine ilişkin yanılgılara sahiptir. Öğrencinin öğretim sürecinde kazanmış olduğu bilimsel kavramları (yansıma kanunları), farklı konularda (görüntü oluşumu) doğru biçimde kullanamadığı görülmektedir. Öğrenci 12 yansıma kanunları ile ilgili olarak içerik (konu) bağımlı bir kavramsal değişim gerçekleştirmiş, öğretim sürecinde kazanmış olduğu bilimsel kavramları farklı içeriklere (görüntü oluşumu) genellememiştir.

4.2.1.2 Düzlem Aynada Oluşan Görüntü ile Gözlemcinin Konumu Arasındaki İlişki (Soru 5)

Öğrencilerinin kavram testinde yer alan 5. soruya öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.21’de yer almaktadır.

Çizelge 4.21 Öğrencilerin 5.soruya verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Görüntünün yerinin gözlemcinin konumuna bağlı olmadığı durum		N	%	N	%
Gözlemcinin yeri ile cismin aynadaki görüntüsü arasında bağlantı yoktur. A, B ve C noktalarından bakan gözlemci cisimi aynı yerde görür.		7	15,2	14	30,4
A2. Görüntünün yerinin belirli olduğunu ve değişmediğini vurgulayan durum					
Cismin görüntüsü aynanın arkasında ve cisim ile aynı doğru üzerinde oluşur. Görüntünün yeri sadece cismin yeri değiştiğinde değişir.		4	8,7	13	28,3
 <p>Cisim aynadaki görüntüsü Cisim yeri değişmediğinden bakıldıkça değişmez</p>		4	8,7	7	15,2
Toplam		15	32,6	34	73,9
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Gözlemcinin konumuna bağlı olarak görüntünün yerinin değiştiğinin düşünüldüğü durumlar					
Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün yeri de değişir. Görüntü, gözlemcinin bulunduğu noktanın tam karşısında oluşur.					
		8	17,3	2	4,4
B ve C noktalarından bakan gözlemciler görüntüyü çapraz doğrultuda görürler. A noktasından bakan gözlemci görüntüyü tam karşıda görür.					
		5	10,9	2	4,4

Çizelge 4.21'in Devamı...

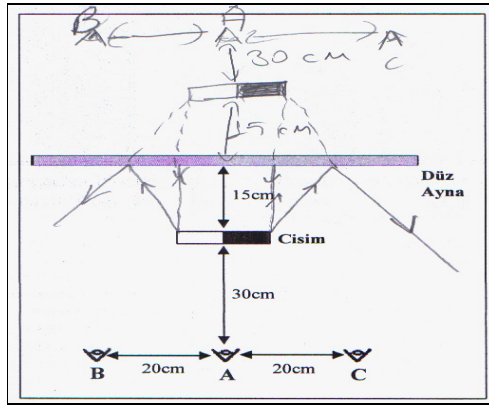
B2. Gözlemcinin konumuna bağlı olarak görüntünün büyüklüğünün değiştiğinin düşünüldüğü durumlar				
Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün büyüklüğü değişir. B ve C noktalarından aynaya bakan gözlemciler görüntüyü daha büyük görür. A noktasından bakan gözlemci ise görüntüyü cisim ile aynı büyüklükte görür.	3	6,5	1	2,2
B3. Görüntünün oluşabilmesi için gözlemci ile cismin aynı doğrultuda olması gerektiğinin düşünüldüğü durumlar				
B ve C noktasındaki gözlemciler görüntüyü göremez. A noktasındaki gözlemci cisimle aynı doğrultuda olduğu için aynadaki görüntüyü görebilir.	5	10,9	1	2,2
B4. Işınlardan cisimden değil gözlemciden yayıldığı düşünülmesi durumları				
Gözlemcinin gözünden çıkarak cisme ulaşan ışınlar daha sonra aynadan yansarak görüntüyü oluşturur.	2	4,4	-	-
Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda belirir. Bakmadığımızda ise aynada görüntü bulunmaz.	3	6,5	2	4,4
B5. Sezgisel Yanıtlar				
B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü net göremez. A noktasındaki gözlemci net görür.	3	6,5	2	4,4
B ve C noktalarındaki gözlemciler görüntüyü ters görür.	1	2,2	1	2,2
Toplam	30	65,2	11	23,9
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2	-	-
D. Yanıtsız	-	-	1	2,2
Genel Toplam	46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 5. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 32,6 öğretim sonunda ise % 73,9 olduğu belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin % 15,2'sinin ise yansıyan ışınları çizerek görüntü oluşumunu açıklamaya çalıştığı görülmektedir.

Öğrencilerin 5. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranının öğretim öncesinde % 65,2 öğretim sonunda ise % 23,9 olduğu belirlenmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğretim öncesinde öğrencilerin % 17,3'ü; "gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün de yerinin değişeceğini ve görüntünün gözlemcinin bulunduğu noktanın tam karşısında oluştuğunu" düşünmektedirler. Öğretim sürecinin sonunda bu düşünceye sahip olan öğrencilerin oranının % 4,4 olduğu görülmektedir. Öğretim süreci sonunda kavram yanılıgına sahip olan öğrencilerin oranında % 12,9'luk bir azalma olmuştur.

“B ve C noktalarından bakan gözlemcilerin görüntüyü çapraz doğrultuda, A noktasından bakan gözlemcinin ise görüntüyü tam karşıda göreceğini” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 10,9 öğretim sonrasındaki oranı % 4,4’tür. Öğretim süreci sonunda kavram yanılığına sahip olan öğrencilerin oranında % 6,5’lik bir azalma olmuştur. “Gözlemcinin yeri değiştiğinde görüntünün büyüklüğünün değişeceğini, B ve C noktalarından aynaya bakan gözlemcilerin görüntüyü daha büyük göreceğini, A noktasından bakan gözlemcinin ise görüntüyü cisim ile aynı büyüklükte göreceğini” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı ise % 6,5 öğretim sonrasındaki oranı ise % 2,2’dir. Öğretim süreci sonunda kavram yanılığına sahip olan öğrencilerin oranında % 4,3’lük bir azalma olmuştur.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 28,2’si; “aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde/büyüklükte oluşur” düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu oran % 8,8 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanılığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 6’nın düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 6 tarafından öğretim süreci sonunda uygulanan kavram testinde yapılan çizim Şekil 4.33’te verilmiştir.



Şekil 4.33 Öğrenci 6’nın çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Görüşme: Farklı noktalardan aynaya bakan gözlemci cismin görüntüsünü nasıl görür?

Öğrenci 6: Gözlemcinin bulunduğu yer ile cismin görüntüsünün bulunduğu yer arasında bağlantı yoktur.

Görüşmeci: Bu sonuca nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Şekilde çizdiğim gibi; cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansyarak aynanın arkasında görüntüyü oluşturur. A, B ve C noktalarında bulunan gözlemci cismin görüntüsünü aynanın arkasında ve aynı yerde görür.

Görüşmeci: Gözlemci hareket ettiğinde görüntünün büyüklüğü değişir mi?

Öğrenci 6: Hayır değişmez. Görüntünün büyüklüğü aynanın türüne bağlıdır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; “*gözlemcinin yeri ile cismin aynadaki görüntüsü arasında bağlantı olmadığını; A, B ve C noktalarından bakan gözlemcinin cisimi aynı yerde göreceğini*” ifade etmiştir. Öğrencinin Şekil 4.4’de verilen çiziminde; öğrencinin görüntü oluşum sürecinde yansıma kurallarından yararlandığı ve cisimden aynaya ulaşan ışınların yansyarak aynanın arkasında görüntüyü oluşturduğu görülmektedir. Öğrenci, “*düzlem aynada oluşan görüntünün yerinin ve büyüklüğünün gözlemcinin konumuna bağlı olmadığı*” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “*aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde / büyüklükte oluşur*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

“*B ve C noktasındaki gözlemcilerin görüntüyü göremeyeceği, A noktasındaki gözlemcinin cisimle aynı doğrultuda olduğu için aynadaki görüntüyü görebileceği*” yönünde görüş bildiren öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 10,9 öğretim sonrasındaki oranı ise % 2,2’dir. Öğretim süreci sonunda kavram yanlışısına sahip olan öğrencilerin oranında % 8,7’lik bir azalma olmuştur.

Öğretim sonrasında; “*Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise aynada görüntü bulunmaz*” düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranının % 4,4 olduğu görülmektedir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanlışısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 4’ün düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada cisimlerin görüntüsü nasıl oluşur?

Öğrenci 4: Cisimlerin görüntüsü aynaya ulaşan ışınların aynadan yansıması ile oluşur.

Görüşme: Görüntünün oluşumu ile gözlemcinin aynaya bakıyor olması arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Görüntünün aynada oluşması ile gözlemci arasında bir ilişki yoktur. Görüntü gözlemciden bağımsız olarak aynada oluşur, biz aynaya baktığımızda görüntüyü görebiliriz.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; “görüntünün oluşumu ile gözlemcinin aynanın karşısında bulunması arasında bir ilişki olmadığını” ifade etmiştir. Öğrenci; “düzlem aynada görüntünün, cisimden çıkan ışınların aynada yansdıktan sonra uzantılarının kesişmesi ile gözlemciden bağımsız olarak oluştuğu” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “Cisimlerin görüntüsü aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise aynada görüntü bulunmaz” düşüncesinden vazgeçmiştir.

4.2.1.3 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 6)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 6. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.22’de, ikinci bölüme ait yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.23’de yer almaktadır.

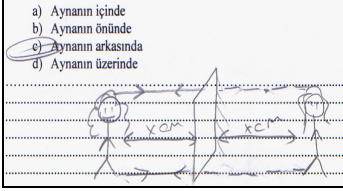
Çizelge 4.22 Öğrencilerin 6.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Görüntünün uzaklığının ve büyüklüğünün açıklandığı durum					
Düzlem aynada, görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir. Cisim ve görüntü aynı boydadır.		3	6,5	16	34,8
A2. Görüntünün sanal oluşunun açıklandığı durum					
Görüntü aynanın arkasında oluştuğu için sanaldır.		6	13	13	28,3
Görüntü yansıyan ışınların uzantılarının kesişmesi ile oluştuğu için sanaldır.		5	10,9	11	23,9
Toplam		14	30,4	40	87
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Düzlem aynada sağ-sol değişiminin olduğunun düşünüldüğü durum					
Görüntüde sağ sol değişimi olur.		6	13	2	4,4
B2. Düzlem aynanın küresel aynalar ile karıştırıldığı durumlar					
Düzlem ayna cisimleri ters gösterir.		3	6,5	-	-
Düzlem ayna cisimleri büyük gösterir.		3	6,5	-	-
Düzlem ayna cisimleri küçük gösterir.		2	4,4	-	-
Düzlem aynada oluşan görüntü gerçektir.		5	10,9	1	2,2

Çizelge 4.22'nin Devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B3. Görüntü ve cismin aynaya olan uzaklığı ile ilgili durumlar		N	%	N	%
Görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür.		7	15,2	2	4,4
B4. Sezgisel Yanıtlar					
Düzlem aynada görüntüler nettir.		4	8,7	-	-
Toplam		30	65,2	5	10,8
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
D. Yanıtsız		1	2,2	1	2,2
Genel Toplam		46	100	46	100

Çizelge 4.23 Öğrencilerin 6.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Görüntünün yerinin açıklandığı durum		N	%	N	%
Cisimden aynaya ulaşan ışınlar yansır ve aynanın arkasında görüntüyü oluşturur.		15	32,6	25	54,4
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>a) Aynanın içinde b) Aynanın önünde c) Aynanın arkasında d) Aynanın üzerinde</p>  </div>		7	15,2	15	32,6
Toplam		22	47,8	40	87
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Düzlem aynanın küresel aynalar ile karıştırıldığı durumlar					
Düzlem aynada görüntü aynanın önünde oluşur.		18	39,1	5	10,8
B4. Sezgisel Yanıtlar					
Aynaya yakın olan cisimlerin görüntüsü aynanın üstünde, uzak olan cisimlerin ise aynanın içinde oluşur.		5	10,9	-	-
Toplam		23	54,3	5	10,8
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
D. Yanıtsız		-	-	1	2,2
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 6. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin % 87'si yansıyan ışınlar yardımıyla görüntüyü çizerek görüntünün aynanın arkasında oluştuğunu açıklamıştır. Öğrenci 1'in kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Görüntüler aynanın arkasında oluşmaktadır. Görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir. Aynaya bakan kızın boyu görüntünün boyu ile aynıdır.”

Öğrencilerin 6. soruya verdikleri bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğretim öncesinde öğrencilerin % 13'ü; “*aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi*” olduğunu düşünmektedir. Öğretim sürecinin sonunda bu düşünceye sahip olan öğrencilerin oranın % 4,4 olduğu görülmektedir. Bu kavram yanlılığına sahip olan öğrencilerin oranında % 8,6'lık bir azalma olmuştur. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanlılığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 2'nin düzlem aynada görüntünün oluşumuna ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün özellikleri nelerdir?

Öğrenci 2: Görüntü ile cisim birbirinin simetrisi şeklindedir. Mesela bir yazı düşünelim. Yazının aynadaki görüntüsünü belirleyebilmek için yazının bulunduğu kâğıdın arkasını çevirmemiz yeterlidir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 2: Örneğin; saatin aynadaki görüntüsünü bulmaya çalışırken, kâğıda çizdiğim saat resminin arka yüzüne bakmamın yeterli olduğunu gördüm. Aynada ön ile arkanın değiştiğini fark ettim.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 2; “*düzlem aynalarda oluşan görüntüde ön-arka değişimi olduğunu*” ifade etmiştir. Öğrenci, öğretim öncesinde sahip olduğu; “*aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

Öğrenci 4 ise öğretim sürecinin sonunda da “*aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur*” düşüncesine sahiptir. Öğrenci 4'ün düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynaya baktığında ne tür değişimler gözlemledin?

Öğrenci 4: Sağ taraf ile sol taraf yer değiştirmişti. Sağ elim sol elim gibi gözüküyordu.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Aynanın karşısına geçip el salladım, aynaya doğru yürüdüm. Sağ ile solun değiştiği gözüküyordu.

Görüldüğü gibi öğrenci 4; sağ-sol değişimini açıklarken kendisini aynadaki görüntünün yerine koymaktadır. Düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimleri, insanların görüntülerinde gerçekleşen değişimler ile sınırlandırmaktadır. Öğrenci öğretim sürecinin sonunda; “*düzlem aynada cismin görüntüsü oluşurken sağ-sol değil, ön-arka değişiminin olduğu*” bilimsel fikrine sahip değildir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 10,9’u; “*düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir*” düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu kavram yanılığısına sahip öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanılığısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 3’ün düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün büyüklüğü hakkında ne düşünüyorsun?

Öğrenci 3: Düzlem aynada oluşan görüntünün büyüklüğü cismin büyüklüğüne eşittir.

Görüşmeci: Gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığı ile görüntünün büyüklüğü arasındaki ilişki nedir?

Öğrenci 3: Düzlem aynada oluşan görüntünün büyüklüğü ile gözlemcinin aynaya uzaklığı arasında herhangi bir ilişki yoktur. Görüntünün büyüklüğü aynanın türüne bağlıdır.

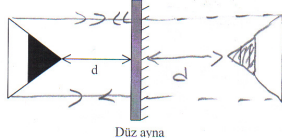
Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 3; “*düzlem aynalarda oluşan görüntünün boyunun cismin boyu ile aynı olduğunu*” ifade etmiştir. Ayrıca öğrenci; “*düzlem aynada oluşan görüntünün büyüklüğü ile gözlemcinin aynaya uzaklığı arasında herhangi bir ilişki olmadığı ve görüntünün büyüklüğünün aynanın türüne bağlı olduğu*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “*düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

Öğretim sonrasında öğrencilerin kavram testine verdiği yanıtlar incelendiğinde; “*düzlem aynadaki görüntünün aynanın önünde oluştuğunu*” ifade eden öğrencilerin oranı % 10,8, “*düzlem aynada görüntünün gerçek olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranının ise % 2,2 olduğu görülmektedir. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanılığısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler

gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 8'in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 8'in düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin olarak anlam çözümlene tablosunda yer alan çizimi Şekil 4.34'te verilmiştir.

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çesidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Düz Ayna	X					X	X	

1. Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Düz aynada görüntü özelliklerinin doğru olarak yer aldığını düşündüğünüz kutulara X işareti koyunuz. Yanıtlarınızın nedenini üçgen şeklindeki cismin düz aynadaki görüntüsünü bularak açıklayınız.



Şekil 4.34 Öğrenci 8'in çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntünün özellikleri nelerdir?

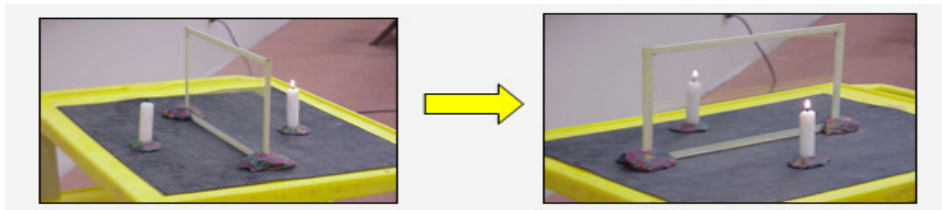
Öğrenci 8: Düzlem aynada görüntü sanaldır, çünkü aynanın arkasında oluşmaktadır.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 8: Düzlem aynaya ulaşan ışınlar aynadan yansır ve yansıyan ışınlar aynanın arkasında kesişerek görüntüyü oluşturur. Bu görüntü sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 8; “düzlem aynada görüntününün aynanın arkasında oluştuğunu ve görüntü türününün sanal olduğunu” ifade etmektedir. Öğrenci görüntü oluşumu sürecinde yansıma kanunlarından da yararlanmaktadır. Öğrenci; “düzlem aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesiştiği ve aynanın arkasında oluşan bu görüntünün türününün sanal olduğu” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir.

Öğrenci 8'nin yer aldığı grubun kamera kayıtları incelendiğinde öğrencinin grupta yer alan arkadaşı ile düzlem aynada görüntü özellikleri ile ilgili konuştuğu görülmektedir.



Öğrenci 8: Bence arkadaki mum yanmıyor.

Öğrenci 4: Nasıl anladın.

Öğrenci 8: Arkada görünen öndeki mumun görüntüsü...

Öğrenci 4: Doğru, arkadaki mum yanmıyor.

Öğrenci 8: O zaman düzlem aynada görüntü aynanın arkasında oluşuyor...

Öğrenci 4: Sanal mı oluyor görüntü o zaman?

Öğrenci 8: Doğru sanal olur, çünkü aynanın arkasında oluşmuş...

Kamera kayıtlarında yer alan açıklamalarında öğrenci 8; düzlem aynada oluşan görüntülerin aynanın arkasında oluştuğunu ve bu nedenle sanal olduğunu ifade etmiştir. Öğrencinin kavram testine ve görüşme sorularına verdikleri yanıtlar ile öğrencinin yer aldığı grubun kamera kayıtları incelendiğinde; öğrenci 8'in "düzlem aynada görüntü özellikleri" konusuna ilişkin kavramsal değişim sürecini gerçekleştirdiği söylenebilir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 15,2'si; "*düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür*" düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu kavram yanlışına sahip olan öğrencilerin oranı % 2,2 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanlışına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 1'in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Cismin aynaya uzaklığı ile görüntünün aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 1: Görüntünün aynaya olan uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığına eşittir.

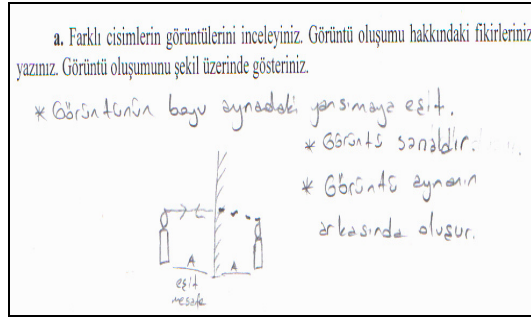
Görüşmeci: Bu sonuca nasıl ulaştın?

Öğrenci 1: Derste bir deney yapmıştık. İki mum kullanmıştık. Bir mumu aynanın önüne, diğerini arkasına ve aynaya olan uzaklıkları eşit olacak şekilde yerleştirmiştik. Aynanın önündeki mumu yakıtığımızda aynanın arkasındaki mum da yanıyor gibiydi. Bu deney sonunda görüntü ile cismin aynaya olan uzaklıklarının eşit olduğunu anladım.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 1; "*cisim ile ayna arasındaki uzaklığın görüntü ile ayna arasındaki uzaklığa eşit olduğu*" şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; "*düzlem aynada*

görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür” görüşünden öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 50’si; “düzlem aynada görüntü aynanın önünde / üzerinde / içinde oluşur” düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu oran % 10,8 olarak belirlenmiştir. Öğretim süresince öğrencilerin % 39,2’si düşüncelerini değiştirmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanılgısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 4’ün düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 4 tarafından düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin olarak öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.35’te verilmiştir.



Şekil 4.35 Öğrenci 4’ün çizdiği düzlem aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Düzlem aynada görüntü nerede oluşur?

Öğrenci 4: Aynanın arkasında oluşur.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

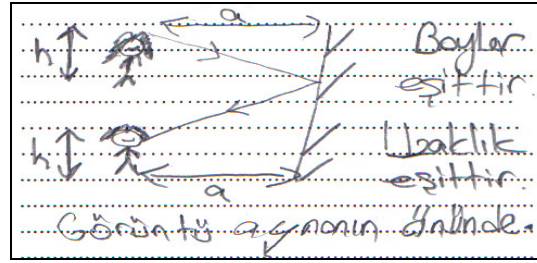
Öğrenci 4: Cisimlerin görüntüsü, aynadan yansıyan ışınların kesişmesi ile oluşur.

Düzlem aynadan yansıyan ışınlar aynanın önünde kesişmez, uzantıları aynanın arkasında kesişir. Bu durumda görüntü aynanın arkasında oluşur (çizimi göstererek).

Şekil 4.35’te ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; cisimden aynaya ulaşan ışınların aynanın arkasında görüntüyü oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu sonuca ulaşırken yansıma kanunlarından da yararlanmış. Öğrenci; “düzlem aynada görüntünün, aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesiyle oluştuğu” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “düzlem aynada görüntü aynanın üstünde oluşur” görüşünden vazgeçmiştir.

Öğrencilerin % 6,5'i öğretim öncesinde düzlem aynaları küresel aynalar ile karıştırarak; “*düzlem ayna cisimleri ters gösterir*” şeklinde yanıt vermiştir. “*Aynaya yakın olan cisimlerin görüntüsü aynanın üstünde, uzak olan cisimlerin ise aynanın içinde oluşur*” görüşüne sahip olan öğrencilerin oranı % 10,9, “*düzlem aynada görüntüler nettir*” şeklinde görüş bildiren öğrencilerin oranı ise % 8,7'dir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanılgılarına sahip olan öğrenci bulunmamaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelendiğinde öğrenci 42'nin öğretim öncesinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt, öğretim sürecinin sonunda ise bilimsel olarak kabul edilemez bir yanıt verdiği görülmektedir. Öğrenci öğretim öncesinde; “*Görüntünün aynaya olan uzaklığı ile cismin aynaya olan uzaklıkları eşittir. Cisim ile görüntü aynı boydadır.*” şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermiştir.



Şekil 4.36 Öğrenci 42'nin çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Öğretim sürecinin sonunda ise öğrencinin düşüncelerini şekil yardımıyla desteklediği ancak “*görüntünün aynanın önünde oluşacağını*” ifade ederek bilimsel olarak kabul edilemez bir açıklamada bulunduğu görülmüştür. Öğrencinin öğretim sürecinin sonunda kavram testinde gerçekleştirdiği çizim şekil 4.36'da verilmiştir.

4.2.1.4 Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Görüş Alanının Büyüklüğünü Etkileyen Değişkenler (Soru 7)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 7. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.24'te, ikinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.25'te yer almaktadır.

Çizelge 4.24 Öğrencilerin 7.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Görüş alanının aynanın büyüklüğü ile olan ilişkisinin kullanıldığı durum		N	%	N	%
Aynanın büyüklüğü arttıkça görüş alanının büyüklüğü artar. Ayna küçülürse görüş alanı da küçülür.		12	26,1	36	78,2
Toplam		12	26,1	36	78,2
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Aynanın büyüklüğü ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişkinin karıştırıldığı durumlar					
Düzlem ayna büyüdükçe görüş alanı küçülür, ayna küçüldükçe görüş alanı büyür.		14	30,4	6	10,9
B2. Görüş alanının “görüntü” ve “görüntü büyüklüğü” olarak anlamlandırıldığı durum					
Görüş alanı aynanın büyüklüğüne bağlı değildir.		13	28,3	-	-
B3. Görüş alanı ile netlik kavramının karıştırıldığı durum					
Ayna büyüdükçe görüntü netleşir.		5	10,8	2	2,2
Toplam		32	69,5	8	17,4
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	1	2,2
D. Yanıtsız		1	2,2	1	2,2
Genel Toplam		46	100	46	100

Çizelge 4.25 Öğrencilerin 7.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Görüş alanının gözlemcinin aynaya olan uzaklığı ile olan ilişkisinin kullanıldığı durum		N	%	N	%
Gözlemci aynaya yaklaştıkça aynada gördüğü alan büyür, uzaklaştıkça küçülür.		10	21,7	35	76,1
Toplam		10	21,7	35	76,1
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Gözlemcinin uzaklığı ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişkinin karıştırıldığı durumlar					
Görüş alanı aynaya yaklaştıkça küçülür, uzaklaştıkça büyür.		13	28,3	4	8,7
B2. Gözlemcinin aynaya olan uzaklığı ile görüntünün göz tarafından algılanan büyüklüğü arasındaki ilişkinin görüş alanı kavramı ile karıştırıldığı durum					
Düzlem aynadan uzaklaşırsak cisimlerin görüntüsü küçülür, yaklaşırsak büyür/netleşir.		12	26,1	3	6,5
B3. Görüş alanının “görüntü” ve “görüntü büyüklüğü” olarak anlamlandırıldığı durum					
Görüş alanı gözlemcinin aynaya olan uzaklığına bağlı değildir.		9	19,5	2	4,4
Toplam		34	73,9	9	19,5
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	1	2,2
D. Yanıtsız		1	2,2	1	2,2
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 7. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 26,1 öğretim sonunda ise % 78,2 olduğu belirlenmiştir. Öğretim süresince 1.bölüme ait bilimsel olarak kabul edilebilir

yanıtların oranı % 52,1 oranında artmıştır. Öğrenci 6'nın kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Aynanın büyüklüğü arttıkça görüş alanının büyüklüğü artar. Ayna küçülürse görüş alanı da küçülür. Öğrenci aynaya yürürken gördüğü alan büyür. Derste bende denemiştım, aynadan uzaklaştıkça gördüğüm alan küçülüyordu.”

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 28,3'ü; “görüş alanının aynaya yaklaştıkça küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü” düşünmektedir. Öğretim sonrasında bu oran % 8,7 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanılıısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 7'nin düzlem aynada görüş alanının bağılı olduğı değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğı düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 7: Görüş alanı aynaya yaklaştığımızda büyür, uzaklaşırsak küçülür.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 7: Evde denemiştım, düzlem aynaya yaklaşıncaya görüş alanım değişiyordu; aynada daha fazla şey görmeye başlıyordum. Uzaklaştığımda ise daha önce gördüğüm bazı cisimleri göremiyordum.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 7; gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığı ile görüş alanı arasında bir ilişki olduğunu kabul etmektedir. Öğrenci; “düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğı; “Görüş alanı aynaya yaklaştığımızda küçülür, uzaklaşırsak büyür” görüşünden öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğrencilerin % 8,7'si öğretim sürecinin sonunda da; “görüş alanının aynaya yaklaştıkça küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü” düşünmektedir. Öğrenci 9'un görüş alanının bağılı olduğı değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğı düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 9: Görüş alanı aynaya yaklaştığımızda küçülür, uzaklaşırsak büyür.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 9: Aynaya yaklaştıkça kendimi daha net görmeye başladım, görüş alanım arttı. Uzaklaştıkça görüntüler küçüldü, görüş alanım daraldı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 9, aynaya yaklaştıkça kendi görüntüsüne odaklanmakta ve daha net bir görüntü algılamasını görüş alanının büyümesi ile ilişkilendirmektedir. Öğrenci aynadan uzaklaştıkça görüntüleri daha küçük algılamaktadır. Gözün aynaya uzaklığından kaynaklanan bu durumu, görüş alanının küçülmesine bağlamaktadır. Görüldüğü gibi öğrenci 9'un öğretim sürecinin sonunda; *“düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı”* bilimsel fikrine sahip olmadığı görülmektedir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 30,4'ü; *“düzlem ayna büyüdüğü görüş alanının küçüleceğini, ayna küçüldükçe görüş alanının büyüyeceğini”* düşünmektedir. Öğretim sonunda bu oran % 10,9 olarak belirlenmiştir.

“Düzlem aynadan uzaklaşıldığında cisimlerin görüntüsünün küçüldüğünü, yaklaşıldığında ise büyüdüğünü/netleştiğini” düşünen öğrencilerin öğretim öncesi oranı % 26,1 öğretim sonrası oranı ise % 6,5'tir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanılığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 5'in düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynaya uzaklığımız ile görüntünün büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 5: Bir ilişki yoktur. Fakat gözümüz uzaktaki cisimlerin görüntüsünü daha küçük algılar.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 5: Uzaktaki cisimleri daha küçük görürüz. Bu durum düzlem aynada da bu şekildedir.

Görüşmeci: Bu durum aynadan mı kaynaklanmaktadır?

Öğrenci 5: Hayır. Gözlemcinin aynaya uzak olmasından kaynaklanmaktadır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 5; düzlem aynaya olan uzaklık ile görüntünün boyu arasında bir ilişki olmadığını ifade etmiştir. Öğrenci; *“düzlem aynada gözlemcinin aynaya uzaklığına bağlı olarak cisimlerin görüntülerinde fark edilen değişimlerin (boyut olarak) gözün aynaya olan uzaklığından kaynaklandığı”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; *“Düzlem aynadan uzakta cisimleri küçük görürüz. Aynaya doğru yürüdüğümüzde görüntü büyür”* görüşünden öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 28,3’ü; *“görüş alanı aynanın büyüklüğüne bağlı değildir”* düşüncesine sahiptir. Öğretim sonrasında bu kavram yanılığına sahip olan öğrenci ise bulunmamaktadır. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanılığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 10’un düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Düzlem aynalarda görüş alanı ile aynanın büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 10: Görüş alanının büyüklüğü aynanın büyüklüğü ile orantılıdır.

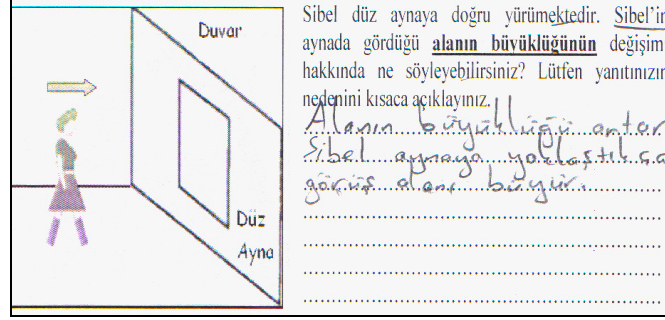
Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 10: Derste birbirinden farklı büyüklükte birçok ayna inceledim. Büyük aynalara baktığımda çok daha fazla cisim görebiliyordum. Küçük aynalarda ise gördüğüm cisimlerin sayısı daha azdı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 10; *“düzlem aynanın büyüklüğü ile görüş alanının büyüklüğü arasında bir ilişki olduğunu”* düşünmektedir. Öğrenci; *“düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün aynanın büyüklüğü ile doğru orantılı olduğu”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; *“görüş alanının büyüklüğü aynanın büyüklüğüne bağlı değildir”* şeklindeki düşünceden öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 19,5’i; *“görüş alanı gözlemcinin aynaya olan uzaklığına bağlı değildir”* düşüncesine sahiptir. Öğretim sonunda bu oran % 4,4 olarak belirlenmiştir. Öğretim süresince öğrencilerin % 15,1’i düşüncelerini

değiştirmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 4'ün düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 4 tarafından düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak kavram testine yapılan çizim şekil 4.37'de verilmiştir.



Şekil 4.37 Öğrenci 4'ün çizdiği düzlem aynada görüş alanına ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynalarda görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Görüş alanı aynaya olan uzaklığımıza bağlı olarak değişir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Bir alışveriş merkezinde görmüştüm. İçeride büyük bir ayna vardı. Aynaya baktığımda dükkânın bir bölümü görebiliyordum. Aynaya doğru yürüdüğümde alışveriş yapan diğer insanları da görmeye başladım.

Görüşmeci: Bu durumda görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Aynaya yaklaştıkça görüş alanımız artar, uzaklaşırsak daha az alan görürüz.

Şekil 4.37'de ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığı ile görüş alanının büyüklüğü arasında bir ilişki olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncesini kavram testinde gerçekleştirdiği çizim ile desteklemektedir. Öğrenci; “düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “görüş alanının büyüklüğü aynaya olan uzaklığımıza bağlı değildir” şeklindeki kavram yanlışlığından öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; “ayna büyüdükçe görüntü netleşir” düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranının öğretim öncesinde % 10,8 öğretim sonrasında ise % 2,2 olduğu görülmüştür. Öğretim süresince öğrencilerin % 8,6’sı düşüncelerini değiştirmiştir. Öğrenci 7’nin öğretim sürecinin sonunda “netlik” kavramına ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Netlik kavramı ile ilgili olarak ne düşünüyorsun?

Öğrenci 7: Netlik aynadaki görüntünün durumu ile ilgili bir kavramdır.

Görüşmeci: Görüntünün durumu ifadesi ile neyi anlatmaya çalışıyorsun?

Öğrenci 7: Söylediğim gibi; aynadaki görüntüyü iyi görebiliyorsak görüntünün net olduğunu söyleyebiliriz.

Görüşmeci: Netlik neye bağlı olarak değişir?

Öğrenci 7: Yüzeyle bağlı olduğunu düşünüyorum. Aynanın yüzeyi pürüzsüz ise netlikte artar.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 7; netlik kavramını aynanın bir özelliği olarak ifade etmektedir. Öğrenci; “görüntünün netliğinin aynanın yüzeyine bağlı olduğu” bilimsel fikrine sahiptir. Öğrenci, öğretim öncesinde sahip olduğu; “ayna büyüdükçe görüntü daha net görülür” şeklindeki düşüncesinden öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

4.2.1.5 Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntüde Meydana Gelen Değişiklikler (Soru 8)

Öğrencilerin 8. soruya verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.26’da yer almaktadır.

Çizelge 4.26 Öğrencilerin 8.soruya verdikleri yanıtlar (2)

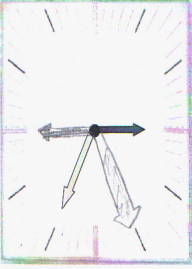
YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar				
A1. Tam Doğru				
(09:25) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalarda oluşan görüntü cismin simetrisi olarak görülmektedir.	8	17,4	21	45,7
A2. Kısmi Doğru				
(09:25) Ali, kolundaki saat duvardaki saatten farklı olduğu için şaşırmıştır. Düzlem aynalar cismin görüntüsünü soldan sağa çevirir.	4	8,7	18	39,1
Toplam	12	26,1	39	84,8

Çizelge 4.26'nın Devamı...

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
B1. Küresel aynalar ile düzlem aynaların karıştırıldığı durumlar				
(08:55) Düzlem aynalarda oluşan görüntü terstir.	5	10,9	3	6,5
(08:55) Ayna çukur aynadır, bu nedenle ters göstermektedir.	6	13	-	-
(03:05) Ayna tümsek ayna olduğu için ters gösterir.	4	8,7	-	-
B2. Akrep ve yelkovandan bir tanesinin görüntüsünün bulunduğu veya birbirlerine göre simetrilerinin alındığı durumlar				
(03:25, 08:35) Düzlem aynada görüntüler ters yansır.	3	6,5	-	-
(19:15, 09:05) Düzlem aynada saat ters görüldüğü için şaşırmıştır.	6	13	3	6,5
B3. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama				
Ayna ters çevrildiği için görüntü ters gözükmektedir.	3	6,5	-	-
B4. Sezgisel Yanıtlar				
Düzlem ayna farklı görüntüler oluşturur.	4	8,7	1	2,2
Saat bozuk olduğu için şaşırmıştır.	2	4,4	-	-
Toplam	33	71,7	7	15,2
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2	-	-
D. Yanıtsız	-	-	-	-
Genel Toplam	46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 8. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 26,1 öğretim sonunda ise % 84,8 olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin % 58,7'si öğretim süresince bilimsel olarak kabul edilebilir kavramlara geçiş yapmışlardır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise öğretim öncesinde % 71,7, öğretim sonrasında % 15,2 olarak belirlenmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin % 10,9'u; "düzlem aynada oluşan görüntünün ters olduğunu" ifade etmişlerdir. Öğretim sonrasında bu oran % 6,5 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda, öğretim öncesinde kavram yanılgısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 6'nın düzlem aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 6 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.38'de verilmiştir.

8. 

Ali ve babası evlerine yeni bir duvar saati almak için saatçi dükkânına gitmişler. Dükkânın 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 saatine bakmış.

— Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısbaca açıklayınız.
Görüntüde ön-arka değişimi olduğu için

— Yanda Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kolundaki saatin kaç olduğunu bulabilir misiniz?
Ali'nin saati: 7.25

— Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.
Kağıdın arkasını çevirdim. Aynada ön-arka değişimi olduğu için.

Şekil 4.38 Öğrenci 6'nın çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Görüşmeci: Saatin aynadaki görüntüsünü nasıl belirledin?

Öğrenci 6: Düzlem aynada ön-arka değişimi olur. Bu özelliği kullanarak belirledim.

Görüşmeci: Ön – arka değişimi kavramını açabilir misin?

Öğrenci 6: Saatin bulunduğu kâğıdın arka tarafını çevirip baktım. Daha sonra kâğıttaki saat ile saatin aynada oluşan görüntüsünü karşılaştırdım. İkisinin aynı olduğunu gördüm. Bu şekilde aynada ön – arka değişimi olduğunu anladım.

Görüşmeci: Düzlem aynadaki görüntünün düz ve ters olma durumu neye bağlı olarak değişir?

Öğrenci 6: Düzlem aynada cisim ile görüntünün yönü aynıdır. Cisim düz ise görüntü düz, ters ise terstir.

Görüldüğü gibi öğrenci 6; düzlem aynalarda görüntüde ön-arka değişiminin olduğunu düşünmektedir. Öğrenci; “düzlem aynada cismin görüntüsünün cisim ile aynı yönde (cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters) oluştuğu ve görüntüde ön-arka değişiminin gerçekleştiği” şeklindeki bilimsel düşüncelere sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “düzlem aynada görüntü ters gözükür” şeklindeki kavram yanlışlığından öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; “aynanın küresel ayna olduğu için ters gösterdiği” düşüncesine sahip olan öğrencilerin oranının öğretim öncesinde % 21,7 olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında bu kavram yanlışlığına sahip öğrencinin bulunmadığı görülmüştür. Akrep ve yelkovanın bir tanesinin görüntüsünü bulduğu veya akrep ve yelkovanın birbirine göre simetrisini aldığı için bilimsel olmayan bir yanıt veren öğrencilerin oranı öğretim öncesinde % 19,5 öğretim sonrasında % 6,5'tir.

Öğretim öncesinde; “ayna ters çevrildiği için görüntünün ters görüneceğini” düşünen öğrencilerin oranı % 6,5’tir. Öğretim sonrasında bu kavram yanılığına sahip öğrencinin bulunmadığı görülmüştür. Çizelge 4.23 incelendiğinde, öğrencilerin % 56,5’inin bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlardan öğretim sürecinde vazgeçtiği görülmektedir.

4.2.2 Çukur ve Tümsek Ayna Konusuna İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, kavram testinde çukur ayna ve tümsek ayna konusuna ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 4 adet olaysal temelli sorunun kavramsal değişim çerçevesinde değerlendirilmesine yer verilecektir.

4.2.2.1 Çukur Ayna ve Tümsek Aynanın Görüntü Özellikleri, Küresel Aynalarda Oluşan Görüntüler Arasındaki Farklılıklar (Soru 4)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 4. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.27’de, ikinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.28’de yer almaktadır.

Çizelge 4.27 Öğrencilerin 4.sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Tam Doğru					
Profesör çukur ayna takmıştır. Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Arabasına tümsek ayna takmalıydı.		7	15,2	23	50
A2. Kısmi Doğru					
Çukur ayna taktığı için görüntüler terstir. Arabasına düzlem ayna takması gerekirdi.		9	19,6	18	39,1
Toplam		16	34,8	28	89,1
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Ayna ve merceklelerin birbiri ile karıştırıldığı durumlar					
Mercekler cisimleri düz, aynalar ise ters gösterir.		9	19,6	2	4,4
B2. Cismin tümsek aynaya olan uzaklığına bağlı olarak yapılan açıklama					
Profesör tümsek ayna takmıştır. Tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür ve ters döner.		14	30,3	3	6,5
B3. Aynanın konumuna bağlı olarak yapılan açıklama					
Ayna ters takıldığı için görüntü ters gözükmemektedir.		3	6,5	-	-
B4. Sezgisel Yanıtlar					
Profesör bozuk ayna kullanmıştır.		2	4,4	-	-
Toplam		28	60,8	5	10,9
C. Kodlanamaz Yanıtlar		2	4,4	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

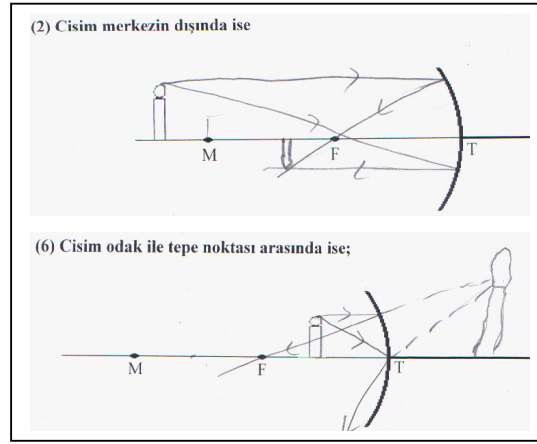
Çizelge 4.28 Öğrencilerin 4.sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Tam Doğru					
Profesör çukur ayna takmıştır. Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Arabasına tümsek ayna takmalıydı.		10	21,7	21	45,6
A2. Kısmi Doğru					
Çukur ayna taktığı için görüntüler terstir. Arabasına düzlem ayna takması gerekirdi.		9	19,6	19	41,3
Toplam		19	41,3	40	86,9
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Ayna ve merceklerin birbiri ile karıştırıldığı durumlar					
İnce kenarlı mercek takmalıydı. İnce kenarlı mercekler düz gösterir.		4	8,7	1	2,2
Kalın kenarlı mercek takmalıydı. Kalın kenarlı mercekler düz gösterir.		3	6,5	-	-
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerine bağlı olarak yapılan açıklamalar					
Profesör çukur ayna kullanmalıydı. Çünkü çukur aynalar tüm cisimleri düz gösterir.		7	15,2	3	6,5
B3. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durumlar					
Çukur aynalar tüm cisimleri küçük gösterir. Bu nedenle çukur ayna kullanmalıydı.		11	23,9	2	4,4
Toplam		25	54,3	6	13,1
C. Kodlanamaz Yanıtlar		2	4,4	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 4. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 34,8 öğretim sonunda % 89,1, sorunun 2.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 41,3 öğretim sonunda % 86,9 olduğu belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 15,2'si; *“ince/kalın kenarlı merceklerin düz gösterdiğini”* düşünmektedir. Öğretim süreci sonunda bu oran % 2,2 olmuştur. *“Merceklerin cisimleri düz, aynaların ise ters gösterdiğini bu nedenle profesörün mercek kullanması gerektiğini”* düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 19,6 öğretim sonrasındaki oranı ise % 4,4'tür. Öğretim öncesinde öğrencilerin % 15,2'si *“çukur aynaların tüm cisimleri düz gösterdiğini ve bu nedenle profesörün çukur ayna kullanması gerektiğini”* ifade etmişlerdir. Öğretim sonrasında ise bu oran % 6,5'tir. Çukur aynalarda; cismin odak noktası ile tepe noktası arasında olması durumunda görüntünün cisimden büyük ve düz olması öğrencilerin bu görüşe sahip olmalarının ana nedenidir. Öğrenciler; cismin aynanın odağı ile tepe noktası arasında bulunması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemektedir.

“Çukur aynaların tüm cisimleri küçük gösterdiğini” savunan öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 23,9’dur. Öğretim sürecinin sonunda, bu oran % 4,4 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 4’ün çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 4 tarafından öğretim sürecinin sonunda öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.39’da verilmiştir.



Şekil 4.39 Öğrenci 4’ün çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 4: Çukur aynalarda birçok görüntü oluşur. Bazı görüntüler cisimden büyüktür, bazıları ise küçüktür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Örneğin; cisim odak ile ayna arasında ise görüntü cisimden büyüktür. Cisim merkezin dışında ise oluşan görüntü cisimden küçüktür (şekli göstererek).

Şekil 4.39’da ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 4; “çukur aynada oluşan görüntülerin cisimden büyük veya küçük olabileceğini” düşünmektedir. Görüntünün boyunun, cismin konumuna bağlı olarak değişiklik göstereceğini ifade etmiştir. Bu düşüncesini; çukur aynalarda görüntünün oluşumuna yönelik olarak kavram testine yapmış olduğu çizim ile desteklemektedir. Öğrenci; “çukur aynalarda görüntünün boyunun, cismin asal eksen üzerindeki konumuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci

öğretim sürecinin sonunda; “*çukur aynaların tüm cisimleri küçük gösterdiği*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

“*Tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüyeceğini ve ters döneceğini*” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 30,3, öğretim sonrasındaki oranı % 6,5’tir. Öğretim öncesinde; “*ayna ters takıldığı için görüntünün ters gözükeceği*” yanıtını veren öğrencilerin oranı % 6,5’tir. Öğretim sürecinin sonunda, bu kavram yanılığısına sahip öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir.


Sezgisel yanıtlara örnek olarak verebileceğimiz; “profesör bozuk ayna takmıştır” şeklindeki öğrenci ifadesine ise öğretim sürecinin sonunda rastlanmamıştır. Çizelge 4.27 incelendiğinde; öğretim süresince kavram yanılgılarından bilimsel fikirlere geçiş yapan öğrencilerin oranınının 1. bölüm için % 49,9, 2.bölüm için % 41,2 olduğu görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar incelendiğinde öğrenci 21’in öğretim öncesinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt verdiği, öğretim sürecinin sonunda ise bilimsel olarak kabul edilebilir ve bilimsel olarak kabul edilemez yanıtları birlikte kullandığı görülmektedir. Öğrenci öğretim öncesinde; “*Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Profesör tümsek ayna takmalıydı*” şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermiştir. Öğretim sürecinin sonunda ise “*Çukur ayna cisimleri ters gösterir. Profesör tümsek ayna veya kalın kenarlı mercek takmalıydı. Bunlar cisimleri düz gösterir.*” şeklinde bir açıklamada bulunmuştur. Görüldüğü gibi öğrenci 21 bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtı desteklemek amacıyla bilimsel olarak kabul edilemez bir açıklamadan yararlanmaktadır.

4.2.2.2 Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Küresel Aynaların Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları (Soru 2)

Öğrencilerin 2. soruya öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.29’da yer almaktadır.

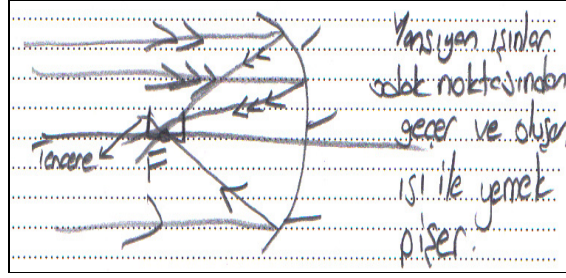
Çizelge 4.29 Öğrencilerin 2. soruya verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Tam Doğru					
Çukur aynalar ışığı bir noktada (odak noktası) toplarlar. Bu noktada oluşan ısı yemek pişirmemizi sağlar.		11	23,9	14	30,4
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Sokillerde; yüzeyi ışığı yansıtan malzeme ile kaplı çukur cisimler ile pişirme işleminin gerçekleştirildiği kapılar görülmektedir. Bu sistemin çalışma prensibi hakkında ne düşünüyorsunuz? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.</p> <p>Merceğin kenarlığı bir odak noktasıdır. Işıklar odak noktasına topladığından pişirme işlemi gerçekleştirilir.</p>  </div>		4	8,7	12	26,1
A2. Kısmi Doğru					
Cisim ışığı yansıtarak yemeğin pişmesini sağlamıştır.		3	6,5	11	23,9
Toplam		18	39,1	37	80,4
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum					
Tümsek aynalar ışınları bir noktada toplarlar. Buradaki cisim de tümsek olduğu için ışığı toplayarak yemeği pişirmiştir.		10	21,8	2	4,4
B2. Çukur aynalardaki yansıma kurallarının birbirine karıştırıldığı durum					
Çukur aynalar gelen ışığı merkezde toplarlar. Bu noktada yemek pişirilebilir.		9	19,5	3	6,5
B3. Sezgisel Yanıtlar					
Bu cisim yemek pişirmeye yarayan bir mercektir.		3	6,5	3	6,5
Işınları toplayan aynalarda görüntü küçük, dağıtan aynalarda görüntü büyüktür.		5	10,9	1	2,2
Toplam		27	58,7	9	19,6
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 2. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 39,1 öğretim sonunda ise % 80,4 olduğu belirlenmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise öğretim öncesinde % 58,7 öğretim sonrasında % 19,6 olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 19,5'i; "çukur aynaların gelen ışığı merkezde topladığını ve bu noktada yemek pişirilebildiğini" ifade etmiştir. Öğretim sonrasında bu oran % 6,5'tir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 11'in çukur aynada özel ışınların yansıması ve çukur aynanın günlük yaşamdaki kullanım alanlarına ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci

11 tarafından öğretim sürecinin sonunda kavram testine yapılan çizim Şekil 4.40'ta verilmiştir.



Şekil 4.40 Öğrenci 11'in çizdiği çukur aynada özel ışınların yansımalarına ilişkin şekil.

Görüşmeci: Çukur aynada yemek pişirilebilir mi?

Öğrenci 6: Evet ışınlar yardımıyla pişirilebildiğini biliyorum.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Çukur aynaya paralel olarak gelen güneş ışınları aynadan yansıdıktan sonra aynanın odağından geçerler ve burada yüksek bir ısı oluşur. Bu şekilde yemek pişirilebilir.

Yukarıda verilen alıntıda ve şekil 4.40'ta görüldüğü gibi öğrenci 11; “çukur aynaya paralel olarak gelen ışınların adaktan geçecek şekilde yansıdığını” ifade etmektedir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci; “çukur aynaların gelen ışığı merkezde topladığı ve bu noktada yemek pişirilebildiği” düşüncesinden vazgeçmiştir.

“Tümsek aynaların ışınları bir noktada topladığını ve resimdeki cismin de tümsek olduğu için ışığı toplayarak yemeği pişirdiğini” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı ise % 21,8, öğretim sonrasındaki oranı ise % 4,4'tür. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 7'nin çukur aynada ışınların yansımalarına ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Şekildeki yemek pişirilen cisim hakkında ne söyleyebilirsin?

Öğrenci 11: Yemek pişirmemizi sağlayan bir aynadır.

Görüşmeci: Ne tür bir ayna olduğunu düşünüyorsun?

Öğrenci 11: Çukur aynadır bence. Çünkü ışınları bir noktada toplamıştır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11; “*çukur aynaların ışınları topladığı*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci; “*tümsek aynaların ışınları bir noktada topladığı ve resimdeki cismin de tümsek olduğu için ışığı toplayarak yemeği pişirdiği*” düşüncesinden vazgeçmiştir.

Öğrencilerin 2. soruya verdiği yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı öğretim öncesinde % 17,4 öğretim sonrasında ise % 8,7 olarak belirlenmiştir. Sezgisel yanıtlar içerisinde; “*bu cisim yemek pişirmeye yarayan bir mercektir*” düşüncesine sahip olan öğrencilerin öğretim sonrasındaki oranı % 6,5 “*ışınları toplayan aynalarda görüntü küçük, dağıtan aynalarda görüntü büyüktür*” düşüncesine sahip olan öğrencilerin öğretim sonrasındaki oranı ise % 2,2’dir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların öğretim öncesi ve sonrasındaki oranları incelendiğinde; kavram yanılgılarından bilimsel fikirlere geçiş yapan öğrenci oranının % 39,1 olduğu görülmektedir.

4.2.2.3 Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 9)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 9. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.30’da, ikinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.31’de yer almaktadır.

Çizelge 4.30 Öğrencilerin 9. sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar				
A1. Tam Doğru				
Tümsek aynalarda görüntünün boyu cisimden küçüktür. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.	15	32,6	24	52,1
A2. Kısmi Doğru				
Tümsek aynada görüntüler küçüktür.	11	23,9	16	34,8
Toplam	26	56,5	40	86,9

Çizelge 4.30'un Devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum		N	%	N	%
Çukur aynaya bakmaktadır. Çukur aynalar cisimlerin görüntülerini küçük gösterir.		3	6,5	1	2,2
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerinin karıştırıldığı durum					
Çukur aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.		3	6,5	-	-
Tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.		5	10,8	3	6,5
B4. Küresel aynalar ile merceklein karıştırıldığı durum					
Kullanılan ince kenarlı mercek görüntüyü küçültmüştür.		2	4,4	1	2,2
Kullanılan kalın kenarlı mercek görüntüyü küçültmüştür.		1	2,2	-	-
B5. Sezgisel Yanıtlar					
Ayna yamuk olduğu için küçük gösterir.		2	4,4	-	-
Aynalar görüntüyü değişikliğe uğratar.		3	6,5	1	2,2
Toplam		19	41,3	6	13,1
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Çizelge 4.31 Öğrencilerin 9. sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar					
A1. Tam Doğru		N	%	N	%
Tümsek aynalarda görüntünün boyu cisimden küçüktür. Aynanın daha büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.		20	43,5	39	86,9
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Görüş alanının büyüklüğü ile aynadaki görüntü büyüklüğünün karıştırıldığı durum					
Kullanılan ayna daha büyük olursa görüntünün boyu da büyür.		25	54,3	6	13,1
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 9. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 26, öğretim sonunda ise % 73,9 olduğu belirlenmiştir. Öğrenci 14'ün kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Elif’in boyundaki değişimin nedeni tümsek aynaya bakıyor olmasıdır. Tümsek aynalarda görüntünün boyu cismin boyundan küçüktür. Elif’in boyu küçüldüğü için bence bu ayna tümsek aynadır”

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı sorunun 1.bölümü için öğretim öncesinde % 41,3 öğretim sonrasında % 13,1, 2.bölümü için öğretim öncesinde % 54,3 öğretim sonrasında % 13,1 olarak belirlenmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar içinde; “çukur aynaların cisimlerin görüntülerini küçük

gösterdiğini” ifade eden öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 6,5’dir. Öğretim sonrasında bu oran % 2,2 olarak belirlenmiştir.

“Tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntünün küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 10,8 öğretim sonrasındaki oranı % 6,5’dir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 6’nın küresel aynalarda görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 6: Tümsek aynalar cisimleri küçük gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Derste tümsek aynalar ile ilgili bir deney yapmıştık. Tümsek aynalara ne kadar uzaktan bakarsak bakalım görüntünün cisimden küçük olduğunu bulmuştuk. Büyük alışveriş merkezlerinde de bu tür aynalardan var. Onlarda cisimleri daha küçük gösteriyor.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; *“tümsek aynaların cisimleri küçük gösterdiğini”* ifade etmektedir. Öğrenci; *“Tümsek aynada oluşan görüntü daima cisimden küçüktür; tümsek aynalara yaklaştıkça görüntü büyür, uzaklaştıkça küçülür”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci; *“tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntünün küçüldüğü, uzaklaştıkça büyüdüğü”* düşüncesinden vazgeçmiştir.

Öğrencilerin % 6,5’i öğretim sürecinin sonunda da; *“Tümsek aynalarda aynaya yaklaştıkça görüntünün küçüldüğünü, uzaklaştıkça büyüdüğünü”* düşünmektedir. Öğrenci 6’nın tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynaya yaklaştığımızda görüntüde nasıl bir değişim olur?

Öğrenci 6: Tümsek aynalara yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça görüntü büyür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 6: Derste bir tümsek aynayı incelemiştik. Elimi aynaya çok yaklaştırdığımda görüntü küçülmüştü. Ama uzaklaştırmaya başlayınca büyüdü.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntülerin büyüdüğünü, yaklaştıkça küçüldüğünü düşünmektedir. Öğrenci 6 küresel aynaları birbirine karıştırdığı için tümsek aynalardaki görüntü özellikleri ile çukur aynalardaki görüntü özelliklerini ayırt edememektedir. Öğrencinin öğretim sürecinin sonunda; *“Tümsek aynalara yaklaştıkça görüntü büyür, uzaklaştıkça küçülür. Tümsek aynada oluşan görüntü daima cisimden küçüktür”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğretim sürecinin sonunda uygulanan kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; *“kullanılan aynanın büyümesi durumunda görüntünün de büyüyeceğini”* düşünen öğrencilerin oranının % 13,1 olduğu görülür. Öğretim öncesinde bu oran % 54,3’tür. Küresel aynalar ile mercekleri birbiriyle karıştırarak; *“kullanılan ince / kalın kenarlı merceğin görüntüyü küçülttüğünü”* ifade eden öğrencilerin toplam oranının öğretim öncesinde % 6,6 öğretim sürecinin sonunda ise % 2,2 olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin 9. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı; öğretim öncesinde % 10,9 öğretim sonrasında % 2,2’dir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların öğretim öncesi ve sonrasındaki oranları incelendiğinde; öğretim süresince kavram yanılgılarından bilimsel fikirlere geçiş yapan öğrencilerin oranının sorunun 1.bölümü için % 28,2, sorunun 2.bölümü için % 41,2 olduğu görülür.

Öğrenci 6 öğretim öncesinde; *“tümsek aynalarda görüntünün boyu cisimden küçüktür.”* şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermiştir. Öğretim sürecinin sonunda ise *“Tümsek aynalarda görüntü cisimden daha küçüktür. Aynaya yaklaşırsam boyum daha da küçülür”* şeklinde bir açıklamada bulunmuştur. Görüldüğü gibi öğrenci; bilimsel olarak kabul edilebilir bir düşünceyi bilimsel olarak kabul edilemez bir açıklama ile desteklemektedir.

4.2.2.4 Çukur Aynada Görüntü Oluşumu ve Görüntü Özellikleri (Soru 10)

Öğrencilerin 10. sorunun birinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.32'de, ikinci bölümüne öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.33'te yer almaktadır.

Çizelge 4.32 Öğrencilerin 10. sorunun 1.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

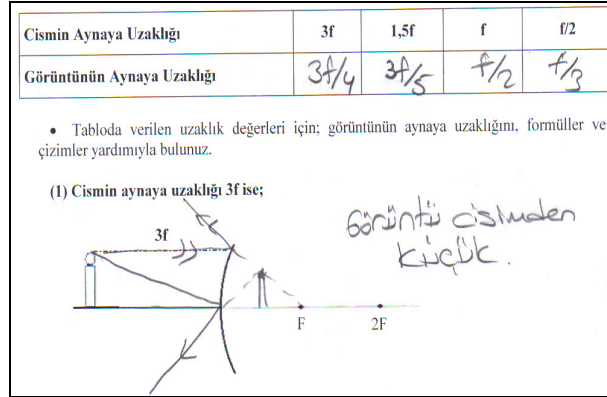
YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar				
A1. Tam Doğru				
Çukur aynalarda görüntünün boyu cisimden büyük olabilir. Aynanın büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.	8	17,4	22	47,8
A2. Kısmi Doğru				
Çukur aynada görüntüler cisimden büyük olabilir.	5	10,8	17	36,9
Toplam	13	28,2	39	84,7
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
B1. Küresel aynaların birbirine karıştırıldığı durum				
Tümsek aynalar cisimlerin görüntülerini büyük gösterir.	6	13,1	3	6,5
B2. Küresel aynalarda görüntü özelliklerinin karıştırıldığı durum				
Çukur aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür.	4	8,7	1	2,2
Tümsek aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntü büyür.	5	10,8	1	2,2
B3. Küresel aynalardaki görüntünün düz/ters olma durumunun, aynanın çeşidine bağlı olarak genellendiği açıklama				
Tümsek aynalar tüm cisimleri büyük, çukur aynalar ise tüm cisimleri küçük gösterir.	4	8,7	-	-
B4. Çukur aynalarda cismin F-T arasında olması durumunda görüntünün cisimden büyük olmasının, çukur aynalardaki tüm durumlara genellendiği açıklama.				
Çukur ayna tüm cisimleri büyük gösterir.	4	8,7	1	2,2
B5. Küresel aynalar ile merceklerin karıştırıldığı durum				
Kullanılan ince kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır.	3	6,5	-	-
Kullanılan kalın kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır.	1	2,2	-	-
B6. Sezgisel Yanıtlar				
Mercekler görüntüyü değişikliğe uğratmıştır.	4	8,7	1	2,2
Ayna yamuk olduğu için büyük gösterir.	1	2,2	-	-
Toplam	32	71,6	7	15,3
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2	-	-
Genel Toplam	46	100	46	100

Çizelge 4.33 Öğrencilerin 10. sorunun 2.bölümüne verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ	ÖN TEST		SON TEST	
	N	%	N	%
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar				
A1. Tam Doğru				
Çukur aynalarda görüntünün boyu cisimden büyük olabilir. Aynanın büyük olması görüntünün büyüklüğünü etkilemez.	26	56,5	38	82,6
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
B1. Görüş alanının büyüklüğü ile aynadaki görüntü büyüklüğünün karıştırıldığı durum				
Kullanılan ayna daha büyük olursa görüntünün boyu da büyür.	19	41,3	8	17,4
Toplam	45	97,8	46	100
C. Kodlanamaz Yanıtlar	1	2,2	-	-
Genel Toplam	46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 10. soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 28,2 öğretim sonrasında % 71,6, 2.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 56,5 öğretim sonrasında % 82,6 olduğu görülmüştür. Sorunun 1.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı öğretim öncesinde % 71,6 öğretim sonrasında % 15,3, 2.bölümüne ait bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı ise öğretim öncesinde % 41,3 öğretim sonrasında % 17,4'tür.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 13,1'i; "tümsek aynalar cisimlerin görüntülerini büyük gösterir" düşüncesine sahiptir. Öğretim sonrasında bu oran % 6,5 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 2'nin tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 2 tarafından öğretim sürecinin sonunda anlam çözümleme tablosuna yapılan çizim şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.41 Öğrenci 2'nin çizdiği tümsek aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 2: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler cisimden küçüktür.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 2: Örneğin; arabalarda kullanılan dikiz aynaları tümsek aynadır. Bu aynalar cisimleri olduğundan küçük gösterir ve geniş bir görüş alanı sağlar.

Şekil 4.41’de ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 2; tümsek aynalarda oluşan görüntünün cisimden küçük olduğunu düşünmektedir. Öğrencinin kavram testinde gerçekleştirdiği çizim bu düşünceyi destekler niteliktedir. Öğrenci; *“tümsek aynalarda oluşan tüm görüntülerin cisimden küçük olduğu”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim sürecinin sonunda; *“tümsek aynalar cisimlerin görüntülerini büyük gösterir”* düşüncesinden vazgeçmiştir.

“Çukur aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğünü” düşünen öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 8,7 öğretim sonrasındaki oranı % 2,2’dir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 11’in çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 11: Çukur aynada cisim ile eşit boyda, cisimden büyük ve cisimden küçük görüntüler oluşur.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 11: Derste bir deney yapmıştık. Üçgen bir cismi çukur aynaya çok fazla yaklaştırdığımda görüntünün cisimle aynı büyüklüğe ulaştığını gördüm. Fakat uzaklaştırmaya başladığımda cismin aynadaki görüntüsünün büyümeye başladığını gördüm.

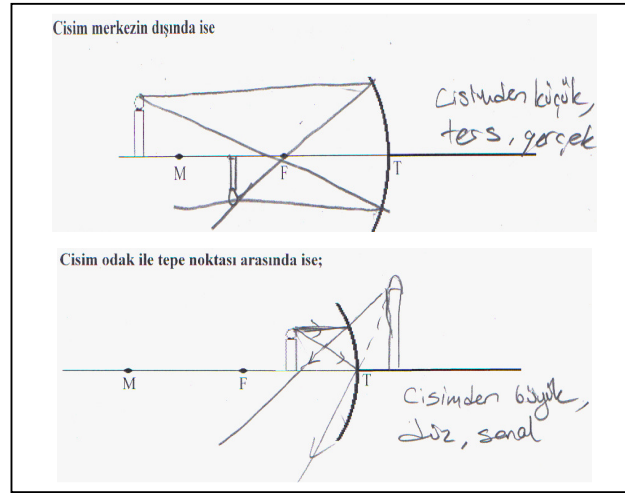
Görüşmeci: Cismi çukur aynadan uzaklaştırmaya devam ettiğinde görüntüde herhangi bir değişiklik gözlemledin mi?

Öğrenci 11: Evet gözlemledim. Görüntüde bir bulanıklık oldu. Daha sonra ters ve büyük bir görüntü gördüm. Uzaklaştırmaya devam ettiğimde görüntü tersti, fakat cismin görüntüsü küçülmeye başlamıştı.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11; *“bazı özel durumlar için çukur aynadan uzaklaştıkça görüntülerin büyüdüğünü, bazı durumlarda ise oluşan görüntünün cisimden küçük olduğunu”* düşünmektedir. Öğrenci; *“cisim aynadan belirli bir mesafe uzaklaştığında görüntünün büyüdüğünü, cisim aynadan uzaklaşmaya devam ettikçe görüntünün ters oluştuğunu ve küçüldüğünü”* ifade etmektedir. Öğrenci; *“çukur aynada cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci; *“çukur aynalarda aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğü”* düşüncesinden vazgeçmiştir.

Kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; “kullanılan aynanın büyümesi durumunda görüntünün de büyüyeceğini” düşünen öğrencilerin oranının öğretim öncesinde % 41,3 olduğu görülür. Öğretim süreci sonunda bu kavram yanılığına sahip olan öğrencilerin oranı % 17,4’tür. Soruya; “Tümsek aynalar tüm cisimleri büyük, çukur aynalar ise tüm cisimleri küçük gösterir” şeklinde görüş bildiren öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 8,7, “kullanılan kalın kenarlı mercek görüntünün büyümesini sağlamıştır” şeklinde yanıt veren öğrencilerin oranı ise % 2,2’dir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanılıklarına sahip olan öğrenciye rastlanmamıştır.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 8,7’si; “çukur aynaların tüm cisimleri büyük gösterdiğini” düşünmektedir. Bu oran öğretim sürecinin sonunda % 2,2 olarak belirlenmiştir. Düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 14’ün çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 14 tarafından öğretim sürecinin sonunda öğrenci kılavuzuna yapılan çizim şekil 4.42’de verilmiştir.



Şekil 4.42 Öğrenci 14’ün çizdiği çukur aynada görüntü oluşumu şekli.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 14: Çukur aynalarda farklı büyüklükte, gerçek ve sanal görüntüler oluşur.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 14: Makyaj yaparken kullanılan aynalar var, onları inceledim. Yüzümü çok büyük gösteriyorlardı. Derste yaptığımız deneyde ise çukur aynalarda cisimden daha küçük görüntülerin oluşabileceğini gördüm.

Görüşmeci: Görüntülerdeki bu değişimin nedeni hakkında ne düşünüyorsun?

Öğrenci 14: Bunun nedeni cismin yerindeki değişikliklerdir. Cismi aynaya yaklaştırdığımda ve uzaklaştırdığımda farklı özellikte görüntüler oluşuyor.

Şekil 4.42’de ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 14; “*çukur aynada oluşan görüntülerin cisimden büyük veya cisimden küçük oluşabileceğini*” düşünmektedir. Öğrenci 14 bu düşüncesini çukur aynada görüntü oluşumuna ilişkin olarak gerçekleştirdiği çizimler ile desteklemektedir. Öğrenci; “*çukur aynada cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci; “*çukur aynaların tüm cisimleri büyük gösterdiği*” şeklindeki kavram yanılgısından öğretim sürecinin sonunda vazgeçmiştir.

Öğrencilerin 10. soruya verdikleri yanıtlar içerisinde sezgisel yanıtların oranı öğretim öncesinde % 10,9 öğretim sonrasında % 2,2’dir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların öğretim öncesi ve sonrasındaki oranları incelendiğinde; öğretim süresince kavram yanılgılarından bilimsel fikirlere geçiş yapan öğrencilerin oranının, sorunun 1.bölümü için % 56,3, 2.bölümü için % 26,1 olduğu belirlenmiştir.

Kavram testine verilen yanıtlarda yer almayan, ancak görüşme verilerinden elde edilen kavram yanılgıları da mevcuttur. Öğrenci 7 ile çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak öğretim öncesinde gerçekleştirilen görüşmede öğrencinin; “*çukur ayna tüm cisimleri ters gösterir*” görüşüne sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrenci ile öğretim sürecinin sonunda yeniden görüşme yapılmış; öğrencinin çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 7: Çukur aynalar cisimleri ters gösterir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 7: Örneğin kaşık. Kaşığın çukur tarafına baktığımda ters gösterdiğini gördüm.

Görüşmeci: Kaşığın çukur tarafına bakarken görüntüde başka ne tür değişimler gözlemledin?

Öğrenci 7: Kaşığa yaklaştıkça görüntümün büyüdüğünü fark ettim, belirli bir süre sonra görüntü bulanıklaştı.

Görüşmeci: Kaşığa yaklaşmaya devam ettin mi?

Öğrenci 7: Evet. Sonra ilginç bir şey oldu. Bulanıklık kayboldu ve yüzümün çok büyük olduğunu gördüm. Yüzümü düz olarak görebiliyordum.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 7; “*çukur aynada düz veya ters görüntülerin oluşabileceğini*” düşünmektedir. Öğrenci; “*çukur aynada, cismin farklı konumları için görüntünün farklı özellikler gösterdiği*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde; “*çukur ayna tüm cisimleri ters gösterir*” şeklinde kavram yanlışısına sahip olan 3 öğrencinin öğretim sürecinin sonunda kavram yanlışısından vazgeçerek bilimsel açıklamalarda buldukları belirlenmiştir.

Kavram testine verilen yanıtlarda yer almayan ve görüşme verilerinden elde edilen bir başka kavram yanlışısı; “*tümsek ayna tüm cisimleri düz gösterir*” şeklindedir. Öğrenci 13 ile tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin olarak öğretim öncesinde gerçekleştirilen görüşmede öğrencinin kavram yanlışısına sahip olduğu belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci ile yeniden görüşme yapılmış; tümsek aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynada cismin yönü ile görüntünün yönü arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 13: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler düzdür. Yani cisim düz ise görüntü de düzdür.

Görüşmeci: Cismi ters çevirdiğinde görüntüde nasıl bir değişim gözlemledin?

Öğrenci 13: Tümsek aynalar ile ilgili bir deney yapmış, birçok cismin görüntüsünü incelemiştik. Cisimleri ters çevirdiğimde görüntüleri de ters oluşmuştu; düzlem aynadaki gibi. Düzlem aynadan farklı olarak bu görüntüler cisimden daha küçüktü.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 13; “*tümsek aynada düz veya ters görüntülerin oluşabileceğini*” düşünmektedir. Öğrenci görüşme sorularına verdiği yanıtlarda; “*cismin düz / ters olma durumuna göre görüntünün de düz / ters olabileceği*” fikrini savunmuştur. Öğrenci; “*tümsek aynada oluşan görüntü cisim ile aynı doğrultudadır (düz ise düz, ters ise ters)*” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde; “*tümsek ayna tüm*

cisimleri düz gösterir” şeklinde kavram yanlışlığına sahip olan 2 öğrencinin, öğretim sürecinin sonunda kavram yanlışlığından vazgeçerek bilimsel açıklamalarda buldukları belirlenmiştir.

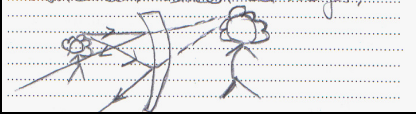
4.2.3 Görüntü Türüne İlişkin Bulgular

Bu başlık altında, öğretim öncesinde ve sonrasında görüntü çeşitlerine ilişkin olarak öğrencilere yöneltilen 1. sorunun değerlendirilmesine yer verilecektir.

4.2.3.1 Görüntü Oluşumu ve Görüntünün Türü (Soru 1)

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 1.soruya öğretim öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4.34’te yer almaktadır.

Çizelge 4.34 Öğrencilerin 1.soruya verdikleri yanıtlar (2)

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		N	%	N	%
A1. Tam Doğru					
Ece'nin görüntüsü sanaldır. Sanal görüntü; cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesi ile oluşur. Işınlar aynanın önünde kesişseydi gerçek olurdu.		2	4,4	8	17,4
<p>"Aynadaki görüntüm sanalda olabilir, gerçekte!" diyen Ece, sanal ve gerçek görüntü derken neden bahsediyor olabilir?</p> <p>Lütfen yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.</p> <p>Gerçek görüntü derken yansıyan ışınların aynanın önünde kesişmesi!</p> <p>Sanal görüntü ise yansıyan ışınların aynanın arkasında kesişmesinden bahsediyor.</p> 		2	4,4	13	28,2
A2. Kısmi Doğru					
Görüntü aynanın arkasında olduğu için Ece'nin görüntüsü sanaldır. Aynanın önünde oluşan görüntüler ise gerçektir.		3	6,5	13	28,2
Toplam		7	15,3	32	69,4

Çizelge 4.34'ün Devamı...

YANIT TÜRLERİ		ÖN TEST		SON TEST	
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar					
B1. Görüntü çeşidi ile küresel aynanın türünün ilişkilendirildiği açıklama		N	%	N	%
Çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler sanaldır.		3	6,5	1	2,2
Çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler gerçektir.		5	10,8	3	6,5
Tümsek aynalarda oluşan tüm görüntüler gerçektir.		1	2,2	-	-
B2. Görüntü çeşidinin, görüntünün büyüklüğüne bağlı olarak açıklandığı durum					
Ece'nin görüntüsü cisimden büyük olduğu için sanaldır.		3	6,5	1	2,2
Sanal görüntü cisimle aynı boydadır. Bu nedenle Ece'nin görüntüsü sanaldır.		1	2,2	-	-
Gerçek görüntü cisimle aynı boydadır. Bu nedenle Ece'nin görüntüsü gerçektir.		1	2,2	-	-
B3. Görüntü çeşidinin, görüntünün yerine bağlı olarak açıklandığı durum					
Ece'nin görüntüsü sonsuzda oluşmuştur. Bu nedenle sanaldır.		4	8,7	2	4,4
Görüntü aynanın arkasında/içinde/üstünde oluştuğu için gerçektir.		7	15,2	3	6,5
Görüntü aynanın içinde değil dışında oluştuğu için sanaldır.		1	2,2	-	-
Görüntü aynanın önünde oluştuğu için Ece'nin görüntüsü sanaldır.		1	2,2	-	-
B4. Görüntü çeşidinin, görüntünün durumuna bağlı olarak açıklandığı durum					
Gerçek görüntüler terstir / düzdür. Sanal görüntüler düzdür / terstir.		2	4,4	-	-
Aynada olduğu gibi görünen görüntü gerçek görüntüdür. Görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntü sanal görüntüdür.		3	6,5	1	2,2
B5. Görüntü çeşidi ile görüntünün gözlemci tarafından görülme durumunun ilişkilendirildiği açıklama					
Görüntü aynada görünüyorsa gerçektir, görünmüyorsa ise sanaldır.		3	6,5	1	2,2
B6. Görüntü çeşidinin cismin ve görüntünün konumuna bağlı olarak açıklandığı durum					
Ece'nin kendisi gerçek görüntü, aynadaki görüntüsü ise sanal görüntüdür.		2	4,4	-	-
B7. Sezgisel Yanıtlar					
Sanal görüntü hayal gibi bir görüntüdür. Aslında olmayan bir görüntüdür.		1	2,2	-	-
Gerçek görüntü aynada sürekli kalan, sanal görüntü ise geçici olarak kalan görüntüdür.		1	2,2	-	-
Toplam		32	69,6	14	30,6
C. Kodlanamaz Yanıtlar		1	2,2	-	-
Genel Toplam		46	100	46	100

Öğrencilerin kavram testinde yer alan 1. soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranının öğretim öncesinde % 15,3 öğretim sonunda ise % 69,4 olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin % 54,1'i öğretim sürecinin sonunda bilimsel olarak kabul edilebilir fikirlere geçiş yapmışlardır. Öğrenci 8'in kavram testinde yer alan ifadesi bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlara örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

“Ece'nin görüntüsü aynanın arkasında oluştuğu için sanaldır. Aynadan yansıyan ışınların uzantıları aynanın arkasında kesişir ve sanal görüntüyü oluşturur. Işınlar aynanın önünde kesişseydi görüntü gerçek olacaktı”

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oranı öğretim öncesinde % 69,6 öğretim sonrasında % 30,6 olarak belirlenmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin % 6,5'i; "*çukur aynalarda oluşan tüm görüntülerin sanal olacağını*" ifade etmiştir. Öğretim sonrasında bu oran % 2,2 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanılığında sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 8'in görüntü türlerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 8: Çukur aynalarda cismin konumuna bağlı olarak görüntülerin özellikleri değişir.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 8: Örneğin cisim sonsuz ile merkez arasında ise görüntü aynanın önünde oluşur ve gerçektir. Cisim odak ile ayna arasında ise görüntünün aynanın arkasında oluşur ve sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 8; çukur aynalarda oluşan görüntülerin gerçek veya sanal olabileceğini düşünmektedir. Öğrenci; "*çukur aynada cismin konumuna bağlı olarak görüntü çeşidinin sanal veya gerçek olabileceği*" şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; "*çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler sanaldır*" şeklindeki kavram yanılığından öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğrencilerin % 2,2'si öğretim sürecinin sonunda da "*çukur aynalarda oluşan tüm görüntülerin sanal olacağını*" ifade etmiştir. Öğrenci 11'in çukur aynada görüntü özelliklerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Çukur aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 11: Çukur aynalarda oluşan görüntüler sanaldır.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

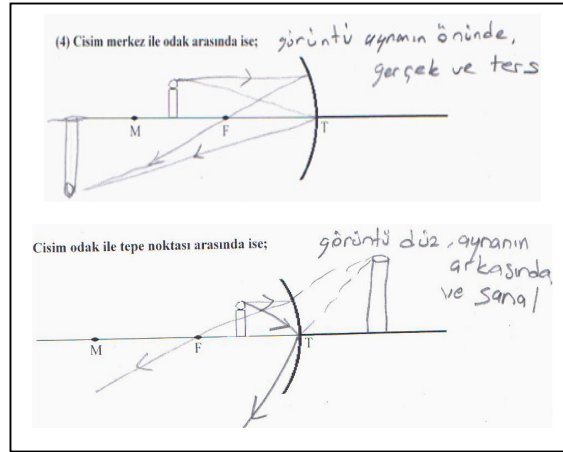
Öğrenci 11: Çukur aynada cisim ile görüntü arasında çok fark var, bu şekilde fark olduğunda görüntü sanaldır. Örneğin düzlem aynada cisim ile görüntü arasında fark yok, bu nedenle görüntü gerçektir.

Görüşmeci: Çukur aynada cisim ile görüntü arasında farklılıklar nelerdir?

Öğrenci 11: Çukur aynalarda cisim ile görüntü arasında boyut olarak, şekil olarak farklar var.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11, çukur aynada oluşan tüm görüntülerin sanal olduğunu düşünmektedir. Görüşme sorularına verdiği yanıtlarda; çukur aynalarda cisim ile görüntü arasında “şekil” ve “boyut” olarak farklılık olması durumunda görüntünün “sanal” olacağını vurgulamaktadır. Öğrencinin öğretim sürecinin sonunda; “çukur aynada cismin konumuna bağlı olarak görüntü çeşidinin sanal veya gerçek olabileceği” şeklindeki bilimsel düşünceye sahip olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Öğretim öncesinde öğrencilerin % 10,8’i; “çukur aynalarda oluşan tüm görüntülerin gerçek olacağını” ifade etmiştir. Öğretim sonrasında bu oran % 6,5 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinin sonunda; öğretim öncesinde kavram yanılgısına sahip olan öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 5’in görüntü türlerine ilişkin sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 5 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.43’te verilmiştir.



Şekil 4.43 Öğrenci 5’in çizdiği düzlem aynada görüntü şekli.

Görüşmeci: Çukur aynada oluşan görüntü çeşitleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 5: Çukur aynalarda gerçek ve sanal görüntüler oluşabilir.

Görüşmeci: Hangi durumlarda gerçek, hangi durumlarda sanal görüntü oluşur?

Öğrenci 5: Görüntünün aynanın önünde olduğu durumlarda görüntü gerçektir. Görüntü aynanın arkasında oluşması durumunda ise görüntü sanaldır.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 5; çukur aynada oluşan görüntülerin gerçek veya sanal olabileceğini düşünmektedir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “*çukur aynalarda oluşan tüm görüntüler gerçektir*” şeklindeki kavram yanılgısından öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğretim öncesinde; “*tümsek aynalarda oluşan görüntülerin gerçek olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranı % 2,2’dir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanılgısına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 11’in görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Tümsek aynada görüntü özellikleri hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 11: Tümsek aynalarda oluşan görüntüler sanaldır.

Görüşmeci: Bu görüşe nasıl ulaştın?

Öğrenci 11: Aynaya baktığımda görüntüyü aynanın arkasında görebiliyorsam o görüntü sanaldır. Tümsek aynalara baktığımızda da görüntüyü aynanın arkasında görebildiğim için görüntü sanal bir görüntüdür.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 11; “*tümsek aynada oluşan görüntülerin sanal olduğunu*” düşünmektedir. Öğrenci 11 bu düşüncesini tümsek aynalarda gerçekleştirdiği gözlemler ile desteklemektedir. Öğrenci öğretim öncesinde sahip olduğu; “*tümsek aynalarda oluşan görüntüler gerçektir*” şeklindeki kavram yanılgısından öğretim sürecinde vazgeçmiştir.

Öğretim süreci öncesinde kavram testine verilen yanıtlar incelendiğinde; “*Görüntü cisimden büyük ise görüntünün sanal olduğunu*” düşünen öğrencilerin oranının % 6,5 olduğu görülür. Öğretim sürecinin sonunda bu oran % 2,2 olarak belirlenmiştir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 9’un görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin büyüklüğü ile görüntünün türü arasında bir ilişki var mıdır?

Öğrenci 9: Aynadaki görüntünün boyu aynanın türü ile ilişkilidir. Görüntü türü ise görüntünün aynanın önünde veya arkasında oluşmasına bağlı olarak değişir.

Görüşmeci: Görüntünün boyundaki değişimin nedenlerini açıklayabilir misin?

Öğrenci 9: Örneğin düzlem aynalara baktığımda görüntü cisim ile aynı boydadır. Tümsek aynalarda ise görüntünün boyu cismin boyundan küçüktür. Görüntünün boyundaki değişim ne tür ayna kullandığımız ile ilgili bir durumdur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 9; *“görüntünün büyüklüğü ile görüntünün türü arasında bir ilişki olmadığını”* ileri sürmektedir. Öğrenci; *“görüntünün boyundaki değişimin kullanılan aynanın çeşidine bağlı olarak değiştiği”* şeklindeki bilimsel düşüncelere sahiptir. Öğrenci öğretim sürecinin sonunda; *“görüntü cisimden büyük / küçük ise görüntünün sanal olduğunu”* şeklindeki düşüncesinden vazgeçmiştir.

“Sanal görüntünün / gerçek görüntünün cisimle aynı boyda olduğunu” düşünen öğrencilerin toplam oranı öğretim öncesinde % 4,4’tür. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanılgılarına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 6’nın görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin büyüklüğü ile görüntülerin türleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 6: Görüntü türleri görüntünün boyuna bağlı olarak belirlenmez. Görüntü türleri aynadan yansıyan ışınların kesiştiği yer ile ilgilidir.

Görüşmeci: Peki görüntü türlerini nasıl açıklayabiliriz.

Öğrenci 6: Örneğin gerçek görüntü yansıyan ışınların aynanın önünde kesişmesi ile oluşmaktadır.

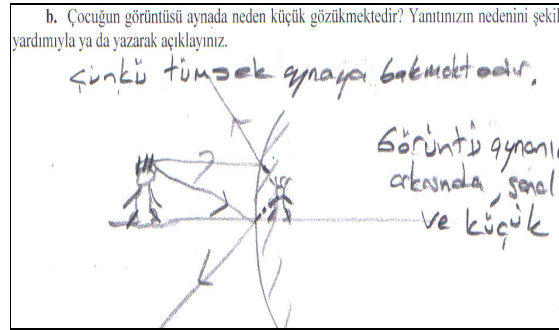
Görüşmeci: Sanal görüntüyü nasıl açıklayabiliriz?

Öğrenci 6: Sanal görüntü gözle görülebilir ve aynanın arkasında oluşur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; *“görüntünün türünün cismin boyuna bağlı olmadığını”* düşünmektedir. Öğrenci; *“görüntü türünün (gerçek/sanal), aynalarda oluşan görüntülerin konumuna (aynanın önünde veya*

arkasında) bağlı olduğu” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğretim sürecinin sonunda öğrenci; “sanal görüntünün / gerçek görüntünün cisimle aynı boyda olduğu” şeklindeki kavram yanılığısından vazgeçmiştir.

Görüntü çeşidini görüntünün yerine bağlı olarak açıklayan öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 28,3 öğretim sonrasındaki oranı ise % 10,9’dur. Öğretim öncesinde öğrencilerin % 8,7’si “görüntünün sonsuzda ise sanal olacağını” düşünmektedir. Öğretim sonrasında ise bu oran % 4,4’tür. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 12’nin görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 12 tarafından öğrenci kılavuzuna yapılan çizim Şekil 4.44’te verilmiştir.



Şekil 4.44 Öğrenci 12’nin çizdiği tümsek aynada görüntü şekli.

Görüşmeci: Sanal görüntü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 12: Görüntüyü aynada görebiliyorsak sanaldır.

Görüşmeci: Bu görüntünün yeri hakkında ne söyleyebilirsin?

Öğrenci 12: Sanal görüntü aynanın arkasındadır ve yansıyan ışınların uzantılarının kesişmesi ile (çizimi göstererek) oluşur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 12; “görüntünün sanal olabilmesi için aynanın arkasında oluşması gerektiğini ve sanal görüntünün aynada görülebildiğini” ifade etmektedir. Öğrenci bu düşüncelerini öğrenci kılavuzunda gerçekleştirdiği çizim ile desteklemektedir. Öğrenci; “cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesiyle sanal görüntünün oluşacağı” şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir.

Görüntü çeşidini görüntünün yerine bağlı olarak açıklayan öğrencilerin % 15,2'si “görüntünün aynanın arkasında / içinde / üstünde olduğu için gerçek olacağını” düşünmektedir. Öğretim sürecinin sonunda bu oran % 6,5 olmuştur. Öğretim öncesinde; “Görüntünün aynanın içinde değil de dışında olduğu için sanal olacağını” düşünen öğrenciler ile “görüntünün aynanın önünde oluşması nedeniyle sanal olacağını” düşünen öğrencilerin oranı % 2,2'dir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanlışlarına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir. “Görüntü aynada görünüyorsa gerçektir, görünmüyor ise sanaldır. Bu nedenle Ece'nin görüntüsü gerçektir” düşüncesine sahip öğrencilerin oranı öğretim öncesinde % 6,5'tir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanlışına sahip olan öğrencilerin oranının % 2,2 olduğu belirlenmiştir.

Görüntü çeşidinin görüntünün durumuna bağlı olarak açıklandığı yanıtlar incelendiğinde ise “gerçek görüntülerin ters olduğunu, sanal görüntülerin düz olduğunu” düşünen öğrencilerin oranının öğretim öncesinde % 4,4 olduğu görülmektedir. Öğretim sürecinin sonunda bu kavram yanlışına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu süreçte düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 6'nın görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

Görüşmeci: Aynalarda oluşan görüntülerin düz veya ters olması ile görüntü türü arasında bir ilişki var mıdır?

Öğrenci 6: Görüntü türü, yansıyan ışınların aynanın önünde veya arkasında kesişmesi ile ilişkilidir. Görüntülerin düz veya ters olması ile görüntü türü arasında ilişki yoktur.

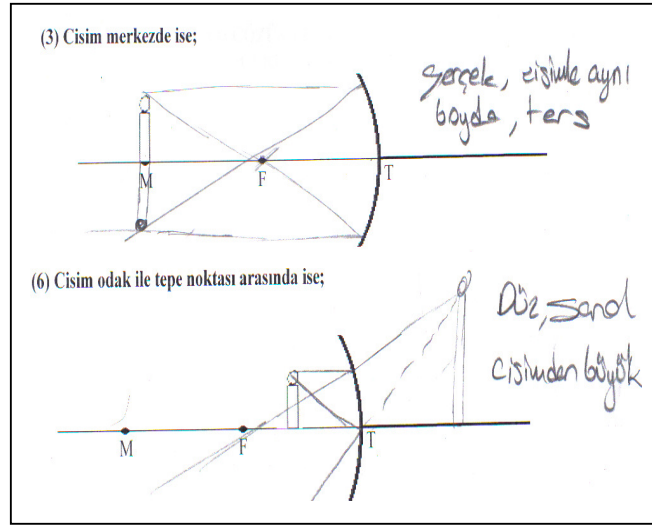
Görüşmeci: Görüntülerin düz veya ters olmasını nelere bağlı olarak açıklayabiliriz?

Öğrenci 6: Bu, aynaların türüne bağlı olarak değişen bir durumdur. Örneğin çukur aynalarda görüntünün yönü ile cismin yönü farklı olabilir. Tümsek ve düzlem aynalarda ise cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters olarak oluşur.

Yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 6; “aynadan yansıyan ışınların kendilerinin veya uzantılarının kesişmesi ile gerçek veya sanal görüntülerin oluştuğunu” düşünmektedir. Açıklamalarında; “görüntünün ters veya düz olma durumunun; aynanın çeşidine bağlı olduğunu, görüntü türüne bağlı olmadığını”

ifade etmiştir. Öğrenci öğretim sürecinin sonunda; “gerçek görüntülerin ters olduğu, sanal görüntülerin düz olduğu” düşüncesinden vazgeçmiştir.

“Aynada olduğu gibi görünen görüntünün gerçek, görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntünün ise sanal olduğunu” düşünen öğrencilerin oranı öğretim öncesinde % 6,5 öğretim sonrasında % 2,2’dir. Öğretim sürecinde düşüncelerini değiştiren öğrenciler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci 13’ün görüntü türlerine ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır. Öğrenci 13 tarafından öğretim sürecinin sonunda kavram testine yapılan çizim Şekil 4.45’te verilmiştir.



Şekil 4.45 Öğrenci 13’ün çizdiği görüntü türüne ilişkin şekil.

Görüşmeci: Gerçek ve sanal görüntü hakkında ne biliyorsun?

Öğrenci 13: Aynanın arkasında oluşan görüntüler sanaldır. Düzlem ayna ve tümsek aynada oluşan görüntüleri örnek olarak verebilirim.

Görüşmeci: Peki gerçek görüntüyü nasıl ifade edebiliriz?

Öğrenci 13: Gerçek görüntü gözle görülemez, ekran üzerine düşürüldüğünde görebiliriz. Çukur ayna ile ilgili yaptığımız deneyde gerçek görüntüler vardı.

Görüşmeci: Görüntünün büyüklüğü ile görüntünün türü (sanal veya gerçek) arasında bir ilişki var mıdır?

Öğrenci 13: Görüntünün büyüklüğü ile görüntü türü arasında bir ilişki yoktur. Örneğin; çukur aynada cisimden küçük, cisim ile aynı boyda ve cisimden büyük görüntüler oluşmaktadır (şekli göstererek). Bu görüntülerin bir bölümü sanal, bir bölümü gerçektir.

Şekil 4.45'te ve yukarıda verilen alıntıda görüldüğü gibi öğrenci 13; *“cisim ile görüntüsü arasındaki boyut olarak farklılığın görüntü türüne bağlı olmadığını”* düşünmektedir. Açıklamalarında; cisimlerin görüntülerinde meydana gelen değişimlerin aynanın türünden kaynaklandığını ifade etmiştir. Bu düşüncesini; çukur aynalarda yaptığı gözlemler ve bu doğrultuda kavram testine yapmış olduğu çizim ile desteklemektedir. Öğrenci; *“aynanın arkasında oluşan görüntülerin sanal, aynanın önünde oluşan görüntülerin gerçek olduğu”* şeklindeki bilimsel düşünceye sahiptir. Öğrenci öğretim sürecinin sonunda; *“aynada olduğu gibi görünen görüntünün gerçek, görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntünün ise sanal olduğu”* şeklindeki düşüncesinden vazgeçmiştir.

Görüntü çeşidinin cismin ve görüntünün konumuna bağlı olarak açıklandığı; *“Ece'nin kendisi gerçek görüntü, aynadaki görüntüsü ise sanal görüntüdür”* düşüncesine sahip öğrencilerin öğretim öncesindeki oranı % 4,4'tür. Öğretim sonrasında ise bu kavram yanılığısına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde; *“Sanal görüntü hayal gibi bir görüntüdür. Aslında olmayan bir görüntüdür”* ve *“Gerçek görüntü aynada sürekli kalan, sanal görüntü ise geçici olarak kalan görüntüdür”* düşüncesine sahip öğrencilerin toplam oranı % 4,4'tür. Öğretim sonrasında ise bu kavram yanılıklarına sahip olan öğrencinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Öğrenci 7 öğretim öncesinde; *“sanal görüntü aynadan yansıyan ışınların aynanın arkasında kesişmesi ile oluşur.”* şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir bir yanıt vermiştir. Öğretim sürecinin sonunda ise *“sanal görüntü aynanın arkasında oluşan görüntüdür, çukur aynalarda oluşan görüntüler sanaldır.”* şeklinde bir açıklamada bulunmuştur. Görüldüğü gibi öğrenci 7 bilimsel olarak kabul edilebilir bir ifadeyi bilimsel olarak kabul edilemez bir açıklama ile desteklemektedir. Öğrencinin öğretim sürecinin sonunda kavram testinde yer alan ifadesi şekil 4.46'da verilmiştir.

Ece'nin görüntüsü aynanın arkasında
oluşmuş, bu nedenle sanaldır.
Ayna çukurdur, çukur aynalarda
alüven görüntüler de sanaldır.

Şekil 4.46 Öğrenci 7'nin öğretim sürecinin sonunda 1. soruya verdiği yanıt.

4.2.4 Uygulanan Kavram Testlerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Kavram testinde yer alan sorulara öğrencilerin öğretim öncesinde, öğretim sürecinin bitiminde ve öğretim sürecinden 8 hafta sonra vermiş olduğu yanıtlar Çizelge 4.35'te verilen sayısal değerlendirme ölçütü yardımıyla değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.35 Sayısal Değerlendirme Ölçütü

Kavramın Öğrenilmiş Olma Derecesi		Değerlendirmede Kullanılan Ölçüt
Yanıt yok	0 Puan	Kavram hiç yok.
Kodlanamaz Yanıt	1 Puan	Verilmesi istenen yanıtın tamamen tersi cevaplar veya yanlış kavramlar var.
Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıt	2 Puan	Hatalar ve kavram yanlışları var.
Kısmi Yanıt	3 Puan	Kavram kısmen öğrenilmiş.
Tam Yanıt	4 Puan	Kavramın tüm parçaları var, cevap bilimsel olarak kabul edilebilir.

Değerlendirme sonucunda, kavram testinde yer alan sorular için elde edilen puan değerleri Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36 Kavram testinde yer alan soruların ortalama puan değerleri

Soru	\bar{X} (Öğretim Öncesi)	\bar{X} (Öğretim Sonrası)	\bar{X} (Dönem Sonu)
1	2,21	3,25	3,05
2	2,15	3,41	3,25
3	2,13	3,05	3,00
4	2,23	3,15	3,20
5	2,00	3,30	3,10
6	2,50	3,20	3,00
7	2,10	3,25	3,10
8	2,30	3,20	2,87
9	2,54	3,32	3,15
10	2,60	3,41	3,45

Öğretim öncesinde ve sonrasında kavram testinden elde edilen puanlar SPSS 12.0 programına girilmiş (kavram testinde yer alan her soru için ayrı ayrı), puanlar arasındaki farklılık “ilişkisiz örneklem t-testi” kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel veri analizleri yardımıyla elde edilen sonuçlar Çizelge 4.37’de sunulmuştur.

Çizelge 4.37 Kavram testine ait SPSS sonuçları

Kavram Testi	N	Ortalama (X)	Standart Sapma	t	p
Öğretim Öncesi	46	2,28	0,30	3,39	0,000
Öğretim Sonrası	46	3,25	0,23		
Öğretim Öncesi	46	2,28	0,44	2,52	0,000
Dönem Sonu	46	3,12	0,38		
Öğretim Sonrası	46	3,25	0,67	0,86	0,381
Dönem Sonu	46	3,12	0,74		

Çizelge 4.37 incelendiğinde; kavram testinden öğretim öncesinde elde edilen puanlar ile öğretim sonrasında elde edilen puanlar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($t=3,39$; $p=0.000<0.05$). Öğretimin tamamlanmasından 8 hafta sonra (dönem sonu) uygulanan testte elde edilen puanlar ile öğretim öncesinde elde edilen puanlar arasında da anlamlı bir farklılık vardır ($t=2,52$; $p=0.000<0.05$). Öğretim öncesinde uygulanan kavram testine ait ortalama puan değerleri ($\bar{x}=2,28$), öğretim sonrasında uygulanan kavram testine ait ortalama puan değerleri ($\bar{x}=3,25$) ve dönem sonunda uygulanan kavram testine ait ortalama puan değerleri ($\bar{x}=3,12$) bu sonucu doğrular niteliktedir. Çizelge 4.37’de; kavram testinden öğretim sonrasında elde edilen puanlar ile dönem sonunda elde edilen puanlar arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ($t=0,86$; $p=0.381>0.05$).

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde; çalışmada kullanılan öğretim yönetiminin kavramsal değişim sürecinde etkili olduğu söylenebilir. Öğretimin hemen sonrasında uygulanan kavram testine ait puan ortalamaları ($\bar{x}=3,25$) ile öğretimin tamamlanmasından 8 hafta sonra uygulanan kavram testine ait puan ortalamalarının ($\bar{x}=3,12$) birbirine yakın değerlere sahip olması bu düşüncüyü destekleyen önemli bir veridir.

4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu kısımda üçüncü alt problem olarak; “Öğrencilerin kavramsal değişim süreci nasıl gerçekleşmektedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu süreçte; Thorley [189] tarafından geliştirilen Hewson ve Lemberger’in [190] çalışmalarında kullandığı “Durum Analiz Kategorileri”nden yararlanılmıştır.

4.3.1 Öğrencilerin Kavramsal Değişim Durumlarının Analizi

Durum analiz kategorileri yardımıyla gerçekleştirilen veri analizi sürecinde; öğrencilerin görüşmelere ve kavram testine verdikleri yanıtlardan, öğrenci kılavuzlarında ve anlam çözümleme tablolarında yer alan öğrenci ifadelerinden ve kamera kayıtlarından yararlanılmıştır. Bu bölümde; öğrencilerin kavramsal değişim süreçleri; “Anlaşılabilirlik”, “Akla Yatkinlik” ve “Yararlılık” boyutları çerçevesinde analiz edilmiştir.

4.3.1.1 Anlaşılabilirlik

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için sağlanması gereken koşullardan birisi yeni kavramın “*anlaşılır*” olmasıdır. Anlaşılır olmayan kavram öğrenci tarafından içselleştirilemez ve doğru anlamlandırılmaz [96].

Kavramsal değişim süreci “anlaşılabilirlik” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 3 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Çizelge 4.38’de bilimsel kavramların “*anlaşılabilirlik*” düzeyi ile ilgili alt kategorilerin (görüntü, örnek verme, dil) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur. Çizelgedeki veriler; yanıtlarında “anlaşılabilirlik” düzeyinin alt kategorilerinden yararlanan 7 farklı öğrenciye aittir.

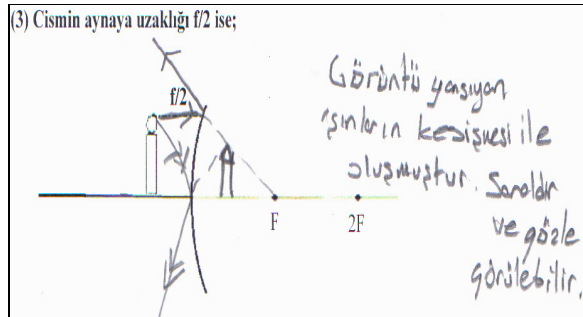
Çizelge 4.38 “Anlaşılrlık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramların Anlaşılrlığı						
	Öğ. 1	Öğ. 2	Öğ. 4	Öğ. 5	Öğ. 8	Öğ. 9	Öğ. 11
Görüntü	+	+		+			+
Örnek Verme		+	+		+	+	
Dil	+	+	+	+	+	+	+

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.
 +* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

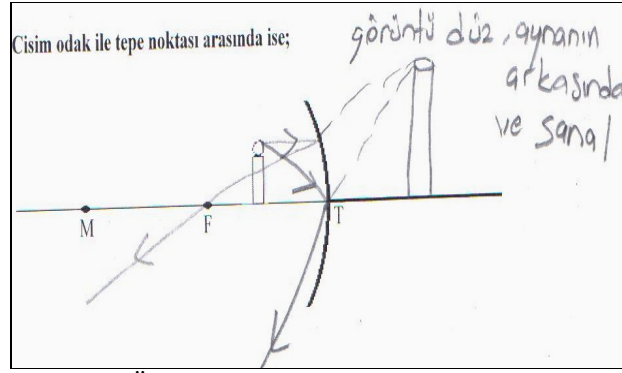
Görüntü: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde grafik ve resimlerden yararlanmaktadırlar. Yeni kavrama ilişkin olarak grafik ve resimler yardımıyla yaptıkları açıklamalar yeni kavramı anlaşılır bulduklarını ortaya koymaktadır. Bu alt kategoriye örnek olarak öğrenci 2'nin öğretim öncesinde ve öğretim sonrasında sahip olduğu düşünceler aşağıda sunulmuştur.

Öğrenci 2 öğretim süreci öncesinde sanal kavramı ile ilgili olarak; “Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır. Görüntünün gerçek olduğunu ise ters olmasından anlarız” düşüncesine sahiptir. Öğretim süreci sonunda sanal kavramı ile ilgili olarak; “Görüntü türleri aynadan yansıyan ışınların kesiştiği yer ile ilgilidir. Örneğin gerçek görüntü yansıyan ışınların aynanın önünde kesişmesi ile oluşmaktadır. Sanal görüntü ise yansıyan ışınların uzantılarının aynanın arkasında kesişmesi ile oluşur, gözle görülebilir” şeklinde bir açıklama getirmiştir. Bu düşüncesini; öğrenci kılavuzunda yer alan ve şekil 4.47’de verilen tümsek aynada görüntü oluşumu ile ilgili çizimi ile desteklemektedir.



Şekil 4.47 Öğrenci 2'ye ait tümsek aynada görüntü çizimi.

Öğrenci 5 ise öğretim süreci öncesinde; “Çukur aynalarda oluşan görüntüler gerçektir” düşüncesine sahiptir. Öğretim süreci sonunda ise çukur aynalarda oluşan görüntülerin türleri ile ilgili olarak; “Çukur aynalarda gerçek ve sanal görüntüler oluşabilir. Görüntünün aynanın önünde olduğu durumlarda görüntü gerçektir. Görüntü aynanın arkasında oluşması durumunda ise görüntü sanaldır.” şeklinde bir açıklama getirmiştir. Bu düşüncesini; öğrenci kılavuzunda yer alan ve şekil 4.48’de verilen çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili çizimi ile desteklemektedir.



Şekil 4.48 Öğrenci 5’e ait çukur aynada görüntü çizimi.

Görüldüğü gibi öğrenciler kavramsal değişim sürecinde bilimsel kavram ve açıklamaların “anlaşılabilirliğini” çizimleri ile desteklemektedirler.

Örnek Verme: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde günlük yaşama ilişkin örneklerden yararlanmaktadırlar. Bu aşamada öğrenciler; arkadaşları, aileleri ve çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan günlük yaşama ilişkin deneyimlerini aktararak bilimsel kavram ve düşünceleri “anlaşılır” bulduklarını ifade etmektedirler.

Öğrenci 9 görüşme sorusuna; “Bu derslerden sonra çevremde gördüğüm aynaları daha fazla inceledim. Örneğin; alışveriş merkezinde gördüğüm bir ayna vardı. Bu aynada görüntümün nasıl oluştuğunu kendim açıklamaya çalıştım. Tümsek bir aynaydı, çünkü oluşan görüntüler düz ve küçüktü” yanıtını vermiştir.

Öğrenci 4 ise aynalar konusu ile ilgili bir görüşme sorusuna; “*Günlük yaşamda birçok alanda küresel aynaları kullanıyoruz. Örneğin; çukur aynalar var makyaj yapmak için kullanılan. Yollarda göremediğimiz bölgeleri gösteren büyük tümsek aynalar var. Önceden bu kadar dikkat etmiyordum bu tür şeylere; derste öğrendiklerimden sonra daha çok dikkatimi çekiyor*” yanıtını vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenciler yeniden yapılandıkları kavramlara ilişkin olarak günlük yaşam ile ilgili birçok örnek verebilmektedir. Bu açıklamalar öğrencilerin bilimsel kavram ve düşünceleri “*anlaşılır*” bulduklarına ilişkin veriler sunmaktadır.

Dil: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde söz ve sembollerden yararlanmaktadır. Bu aşamada öğrenciler; bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklamaya çalışmışlardır.

Öğrenci 8 aynalar konusu ile ilgili görüşme sorusuna ise; “*Çukur aynalarda birçok görüntü oluşur. Bazı görüntüler cisimden büyüktür, bazıları ise küçüktür. Örneğin; cisim F (odak) ile T (tepe noktası) arasında ise görüntü cisimden büyüktür. Cisim M'nin (merkez) dışında ise oluşan görüntü cisimden küçüktür*” yanıtını vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci 8 kavramları açıklama sürecinde sözlü ifadelerin yanı sıra sembollerden de yararlanmışır.

Öğrenci 11 ise görüşme sorusuna; “*Tümsek aynalara ne kadar uzaktan bakarsak bakalım görüntü cisimden küçüktür. Görüntü her zaman aynanın arkasında ve F (odak) ile T (tepe noktası) arasında oluşur. Büyük alışveriş merkezlerinde de bu tür aynalardan gördüm. Onlarda cisimleri olduğundan daha küçük gösteriyordu*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci 11; bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklamış, bu açıklamada sembollerden ve günlük yaşama ilişkin deneyimlerden de yararlanmışır. Bu bölümde görüldüğü gibi öğrenciler bilimsel kavram ve açıklamaların “*anlaşılabilirliğini*”; yaptıkları çizimler (görüntü), günlük yaşama ilişkin olarak verdikleri örnekler (örnek verme), kullandıkları semboller ve kendilerine ait sözlü ifadeler (dil) yardımıyla desteklemektedirler.

4.3.1.2 Akla Yatkinlık

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için sağlanması gereken koşullardan birisi yeni kavramın “akla yatkin” olmasıdır. Kavramsal değişim süreci “akla yatkinlık” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 7 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Çizelge 4.39’da bilimsel kavramların “akla yatkinlık” düzeyi ile ilgili alt kategorilerin (diğer bilgi, laboratuvar deneyimi, geçmiş deneyimler, bilişsel yapı, doğa ötesi, akla yatkin benzetmeler) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur. Çizelgedeki veriler; yanıtlarında “akla yatkinlık” düzeyinin alt kategorilerinden yararlanan 9 farklı öğrenciye aittir.

Çizelge 4.39 “Akla Yatkinlık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramların Akla Yatkinlığı								
	Öğ. 2	Öğ. 3	Öğ. 5	Öğ. 6	Öğ. 8	Öğ. 9	Öğ. 11	Öğ. 14	Öğ. 16
<i>Diğer Bilgi</i>	+			+	+		+	+	+
<i>Lab. Deneyimi</i>		+	+		+	+			
<i>Geçmiş Deneyimler</i>	+				+		+		+
<i>Bilişsel Yapı</i>		+	+	+				+	
<i>Doğa Ötesi</i>				+		+			
<i>Akla Yatkin Benzetmeler</i>	+	+	+			+			+
<i>Gerçek İşleyiş</i>	+		+	+	+		+	+	

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.

+* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Diğer Bilgi: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde; yeniden yapılandırılan kavramın diğer bilgi ve kavramlar ile olan tutarlılığından yararlanmaktadırlar. Bilimsel kavramın diğer kavramlarla olan ilişkisini ifade ederek, yeni kavramı akla yatkin bulduklarını vurgulamışlardır.

Öğrenci 6 görüşme sorusuna; “Görüntü türü, yansıyan ışınların aynanın önünde veya arkasında kesişmesi ile ilişkilidir. Görüntülerin düz veya ters olması ile görüntü türü arasında ilişki yoktur. Bu durum aynanın çeşidine bağlıdır. Örneğin çukur aynalarda görüntünün yönü ile cismin yönü farklı olabilir. Tümsek ve düzlem aynalarda ise cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters olarak oluşur”

şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci 6 yanıtında; “görüntünün yönü”, “aynanın türü” ve “görüntünün türü” kavramları arasındaki ilişkiye değinerek, kavramlar arasındaki tutarlılık durumunu etkili bir biçimde vurgulamıştır.

Öğrenci 11 ise görüşme sorusuna; “*Aynaya baktığımda görüntüyü aynanın arkasında görebiliyorsam o görüntü sanaldır. Tümsek aynalara baktığımda da görüntüyü aynanın arkasında görebildiğim için görüntü sanal bir görüntüdür. Çukur aynalarda oluşan görüntüleri aynanın önünde gözlemleyebiliyorum. Bu tür görüntüler ise gerçek görüntüdür*” şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci 11; görüntü çeşidi ile aynanın türü arasında ilişkiyi açıklamış ve bu kavramlar arasında bağlantı kurarak bilgiler arasındaki tutarlılığı vurgulamıştır.

Laboratuar Deneyimi: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde laboratuar deneyimlerinden ve gözlemlerinden yararlanmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak deney ve gözlemler yardımıyla elde edilen veriler; öğrenilen bilginin akla yatkınlığını açıklamak amacıyla kullanılmıştır.

Öğrenci 9 görüşme sorusuna; “*Çukur ayna ile ilgili yaptığımız etkinlikte (etkinlik 11) cismin ve görüntünün yerini değiştirebiliyorduk, bu çok eğlenceliydi. Bundan hoşlandım. Daha önce bu görüntüleri kitaplarda görüyordum, fakat laboratuarda görüntüleri ben oluşturdum. Bence bu şekilde öğrenmek daha iyi.*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrencinin yanıtında da açık bir şekilde vurgulandığı gibi laboratuar deneyimleri öğrencilerin bilimsel kavramı akla yatkın bulmalarında etkin bir role sahiptir.

Öğrenci 5 ise görüşme sorusuna; “*Laboratuarda yaptığımız bir uygulama (etkinlik 6) vardı. Aynalar arasındaki açı değerlerini değiştirerek, oluşan görüntülerin sayısını buluyorduk. Daha önce görüntü sayısını formülle buluyordum, ezberliyordum yani. Bu etkinlikte ise farklı açı değerleri için aynalarda oluşan görüntüleri gözlemleyebildim*” şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci 5 kavramların akla yatkınlığını açıklarken, laboratuarda gerçekleştirilen deney ve etkinliklerin önemine vurguda bulunmuştur.

Geçmiş Deneyimler: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde geçmiş deneyimlerinden yararlanmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak öğretim öncesinde ve sonrasında sahip oldukları düşünceleri; kavramın akla yatkınlığını açıklamak amacıyla kullanmışlardır.

Öğrenci 2 görüşme sorusuna; *“Daha önce bazı şeyleri ezbere biliyordum. Mesela odak noktasının yerini, ışınların nasıl yansıdığını... Bu derslerde; odak noktasının nasıl bulunduğunu, yansıma kurallarını kendim deneyler yaparak daha iyi öğrendim. Örneğin; “sanal görüntü”yü daha iyi anlayabildim, önceden bu kavrama tam olarak anlam veremiyordum”* şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci; geçmiş deneyimlerinde doğru bir şekilde anlamlandıramadığı kavramları öğretim sürecinde akla yatkın bulmaya başlamıştır.

Öğrenci 2'nin yer aldığı grubun kamera kayıtları incelendiğinde ise öğrencinin grupta yer alan arkadaşı ile ışınların yansıması ve odak noktasının belirlenmesi ile ilgili konuştuğu görülmektedir.

Öğrenci 2: Işınlar hep aynı noktadan geçiyor.

Öğrenci 4: Evet.

Öğrenci 2: Bu nokta odak noktası değil mi?

Öğrenci 4: Paralel ışınlar odaktan geçecek şekilde yansır.

Öğrenci 2: Sende bir paralel bir ışın göndersene... İkimizin ışınları nerede kesişecek bakalım?

Öğrenci 4: Bak bu noktada kesişiyor.

Öğrenci 2: Bu nokta odak noktası değil mi?

Öğrenci 4: Evet.

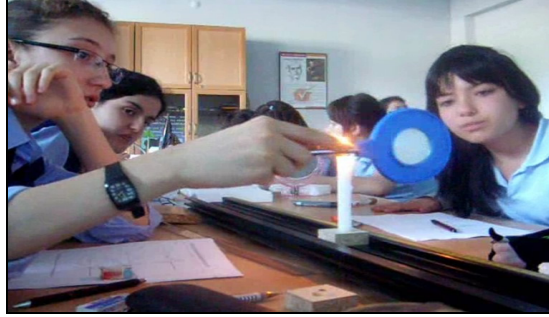
Öğrenci 2: Aynaya paralel gelen ışınların toplandığı yer aynanın odak noktası oluyor, değil mi?

Öğrenci 4: Evet

Öğrenci 2: Bak bunu bilmiyordum, şimdi anladım.

Kamera kayıtlarında yer alan açıklamalarında öğrenci 2; geçmiş deneyimlerinde doğru bir şekilde anlamlandıramadığı odak noktası kavramını arkadaşı ile birlikte gerçekleştirdiği etkinlik sonunda anlayabildiğini ifade etmektedir. Öğrenci; bilimsel kavrama ilişkin olarak öğretim öncesinde ve sonrasında sahip olduğu düşüncelerini ifade ederek kavramın *akla yatkınlığına*,

bilimsel kavram ve düşünceleri kendi ifadeleri ile açıklayarak (*dil alt kategorisi*) kavramın *anlaşılabilirliğine* vurguda bulunmaktadır.



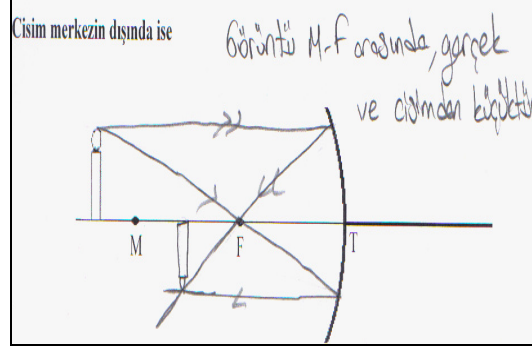
Şekil 4.49 Kamera kaydına ilişkin görüntü (Öğrenci 2).

Öğrenci 8 ise görüşme sorusuna; “*Ortaokulda aynalar konusunu görmüştük. O zaman tahtaya yazılanlar ve formüller aklıma yatmıyordu. Öğrendiklerimin nasıl gerçekleşebileceğini zihnimde canlandıramıyordum. Ama laboratuarda yaptığım deneylerden ve etkinliklerden sonra aynalar ile ilgili bir şey söylendiğinde, öğrendiğim bilgiler gözümde canlanıyor. Öğrendiklerim aklıma daha çok yatıyor*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci geçmiş deneyimleri ile şimdiki deneyimlerini karşılaştırmış; laboratuvar sürecinde gerçekleştirdiği uygulamalar yardımıyla bilimsel kavramları “akla yatkın” bulduğunu vurgulamıştır.

Bilişsel Yapı: Thorley [189] bilişsel yapı kavramı ile bilimsel veriler ile olan tutarlılığı ifade etmeye çalışmaktadır. Bu süreçte çoğu kez bilimsel teorilerin deneysel kanıtlarının önemi vurgulanmaktadır.

Öğrenci 14 görüşme sorusuna; “*Derste; kendimiz gözlem yaptığımız için daha iyi anlıyoruz. Daha önce öğretmen anlatıyordu, biz dinliyorduk. Şimdi bilgiye biz ulaşıyoruz. Örneğin; lazerleri kullanarak yaptığım deneyde, çukur aynalardaki özel ışınların yansımalarını gözlemleyebildim*” yanıtını vermiştir. Öğrenci; bilimsel kavramların deneysel kanıtları yardımıyla kavramın akla yatkınlığına vurguda bulunmaktadır. Öğrenci, derste ulaştığı bilginin bilimsel veriler (çukur aynalarda özel ışınların yansıma kuralları) ile olan tutarlılığını deneysel süreç içerisinde kendisi ispatlamıştır.

Öğrenci 3 ise ulaştığı bilginin bilimsel veriler ile olan tutarlılığını öğrenci kılavuzunda yer alan çizimi ile desteklemektedir. Şekil 4.50’de yer alan çizimde, öğrencinin çukur aynalarda görüntü oluşumu sürecine ilişkin deneysel veriler yer almaktadır.



Şekil 4.50 Öğrenci 3’e ait çukur aynada görüntü çizimi.

Öğrencinin öğretim sürecinde gerçekleştirdiği uygulamalar yardımıyla öğrenci kılavuzuna yapmış olduğu çizim; çukur aynalarda “görüntü oluşumu”, “görüntü türü” ve “görüntü özellikleri”ne ilişkin olarak elde edilen deneysel verilerin, bilimsel gerçekler ile olan tutarlılığını ispatlar niteliktedir. Bu durum; öğrencinin bilimsel kavramların akla yatkinliğini açıklayabilmesi sürecine olumlu katkı sağlamaktadır.

Doğa Ötesi: Doğa ötesi kavramı; nesne ve inanışların ontolojik (öğrenciler tarafından algılanma şekli) konumları ile ilişkilidir [189]. Çok az görüşmecide “doğa ötesi” alt kategorisinde değerlendirebileceğimiz ifadeler rastlanmıştır.

Öğrenci 6 görüşme sorusuna; “Görüntü aynaya gelen ışınların yansıması ile oluşur. Yansıyan ışınlar kesişmek isterler. Aynanın önünde kesişebilirlerse görüntü gerçek olur. Aynanın önünde kesişemezlerse arkasında kesişmeye çalışırlar. Arkada kesişirlerse bu görüntü de sanal olur” şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci; ışınları düşünen ve bazı istekleri olan varlıklar gibi betimlemektedir. Öğrenci 2 ışınları bu şekilde algılamakta ve bu düşünüş şekli bilimsel kavramları “akla yatkin” bulmasına yardımcı olmaktadır.

Öğrenci 9 ise görüşme sorusuna; “Çukur aynada cisim sonsuz ile odak arasında hareket ederken görüntüde odak ile sonsuz arasında hareket eder. Görüntü ve cismin buluşma noktası merkezdir. Burada ikisinin büyüklüğü birbirine eşit olur. Görüntü ve cisim buluşma noktası (merkez) dışında birbirlerinden ayrıldıklarında aynaya uzak olanın büyüklüğü diğerinden fazla olmaktadır” yanıtını vermiştir. Öğrenci; cisim ve görüntüyü ontolojik konumları ile değerlendirmekte ve onlara anlamlar yüklemektedir. Cisim ve görüntüye yüklemiş olduğu roller; bilimsel kavramların akla yatkınlığını desteklemekte ve öğrencinin çukur aynada görüntü oluşumu sürecini daha kolay anlamlandırabilmesine yardımcı olmaktadır.

Akla Yatkın Benzetmeler: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde benzetmelerden yararlanmışlardır. Bilimsel kavrama ilişkin olarak yaptıkları benzetmeleri kavramın akla yatkınlığını açıklamak amacıyla kullanmışlardır.

Öğrenci 2 görüşme sorusuna; “Ortaokulda mercekleri görmüştük. Çukur aynada oluşan görüntüler ince kenarlı merceğe çok benziyor. Örneğin; çukur aynada cisim merkezin dışında ise görüntü merkez ile odak arasındadır. Cisim merkeze doğru yaklaştıkça görüntü aynadan uzaklaşır. Aynı ince kenarlı merceklerde olduğu gibi...” şeklinde yanıt vermiştir. Burada öğrenci; çukur aynalarda oluşan görüntülerin özelliklerini sıralarken, çukur ayna ile ince kenarlı mercek arasında benzetme yapmıştır. Bu benzetme çukur ayna konusuna ilişkin görüntü özelliklerinin akla yatkınlığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 16 ise görüşme sorusuna; “Tümsek aynalarda görüntü her zaman ayna ile odak arasındadır. Cisimden küçüktür. Kalın kenarlı merceklerde de bu şekilde olduğunu hatırlıyorum. Görüntü her zaman mercek ile F arasındaydı. Ama mercek ışınları kırıyordu, aynalar ise yansıtır” şeklinde yanıt vermiştir. Burada kalın kenarlı mercek ile tümsek ayna arasında bir benzetme yapılmıştır. Öğrencinin yapmış olduğu benzetme bilimsel kavramların akla yatkınlığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 2 ve öğrenci 16; “ışığın ince ve kalın kenarlı merceklerde kırılması”, “yansıma ve kırılma olaylarının benzerlik ve farklılıkları”, “merceklerin yapısı”, “merceklerde görüntü oluşumu” ve “ince ve kalın kenarlı merceklerin kullanım

alanları” konularına yönelik olarak ilköğretim sürecinde aldıkları konu içeriklerine atıfta bulunarak açıklamalar yapmışlardır. Öğrenci 2 ve öğrenci 16’nın görüşme sorularına verdiği yanıtlarda görüldüğü gibi; öğrenciler ilköğretim sürecinde merceklerle ilişkin olarak edindikleri bilgileri ortaöğretim sürecine taşımışlar, aynalar ve mercekler arasında “ışınlar” ve “görüntü oluşumu” konularında göze çarpan ortak noktaları “mercekler” ile “aynalar” arasında benzetme yapabilmek amacıyla kullanmışlardır. Öğrencilerin aynalar ve mercekler arasında yaptıkları benzetmeler, aynalar konusunda kazandıkları bilimsel kavramların “akla yatkınlığına” vurguda bulunmaktadır.

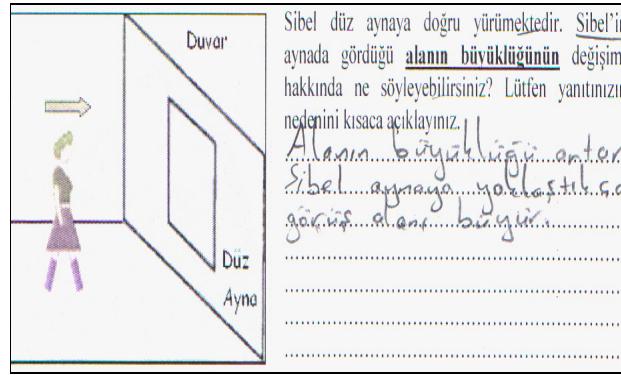
Gerçek İşleyiş: Bu kavram; bir olgu için nedensel işleyişi ifade eder. Gerçeklik boyutunda bir bakış açısıdır [189]. Çalışmada; bu alt kategori ile ilgili olarak öğrencilerin gerçeğe çok yakın açıklamalarına ve çizimlerine yer verilmiştir. Bu açıklamalar ve çizimler küçük eksiklikler dâhilinde bilimsel açıklamaları içermekte ve bilimsel kavramların akla yatkınlığını desteklemektedir.

Öğrenci 14 görüşme sorusuna; “*Derste bir deney yapmıştık. Üçgen bir cisimi çukur aynaya çok fazla yaklaştırdığımda neredeyse görüntünün cisimle aynı büyüklüğe ulaştığını gördüm. Fakat uzaklaştırmaya başladığımda cismin aynadaki görüntüsünün büyümeye başladığını gördüm. Cisim çukur aynadan uzaklaştırmaya devam ettiğimde görüntüde bir bulanıklık oldu. Daha sonra ters ve büyük bir görüntü gördüm. Daha da yaklaştırdığımda görüntünün ters olduğunu, fakat cismin görüntüsünün küçülmeye başladığını fark ettim*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci yanıtında; çukur aynada oluşan görüntülerin özelliklerini cismin çukur aynaya olan uzaklığı çerçevesinde açıklamaya çalışmıştır. Bu açıklamalar, bilimsel kavramların akla yatkınlığını öğrencinin gözlemleri ile desteklemektedir.

Öğrenci 4 kavram testinde (ön test) yer alan açıklamasında; “görüş alanının büyüklüğünün gözlemcinin konumuna bağlı olmadığını” ifade etmiştir. Öğrenci 4’ün yer aldığı grubun kamera kayıtları incelendiğinde ise öğrencinin gözlemcinin aynaya yaklaşması durumunda görüş alanında gerçekleşen değişimi; “*Gözlemci aynaya yaklaştıkça görüş alanı büyür. Bunun nedeni; cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların gözümüze ulaşırken ayna ile yaptığı açının büyümesidir. Cisimden*

gözümüze ulaşan ışınların ayna ile yaptığı açı ne kadar büyürse görüş alanı da o oranda artar.” şeklinde açıkladığı görülmektedir. Öğrencinin ifadeleri bilimsel açıklamaları içermekte ve bilimsel kavramların akla yatkınlığını gerçek işleyiş boyutunda desteklemektedir.

Öğrenci 4’ün düzlem aynada görüş alanının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler; aşağıda verilen görüşme alıntıları ve öğrencinin kavram testine (son test) vermiş olduğu yanıtlar (şekil 4.51) yardımıyla sunulmuştur.



Şekil 4.51 Öğrenci 4’ün çizdiği görüş alanına ilişkin şekil.

Görüşmeci: Düzlem aynalarda görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Görüş alanı aynaya olan uzaklığımıza bağlı olarak değişir.

Görüşmeci: Bu düşünceye nasıl ulaştın?

Öğrenci 4: Bir alışveriş merkezinde görmüştüm. İçeride büyük bir ayna vardı. Aynaya baktığımda dükkânın bir bölümü görebiliyordum. Aynaya doğru yürüdüğümde alışveriş yapan diğer insanları da görmeye başladım.

Görüşmeci: Bu durumda görüş alanı ile gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 4: Aynaya yaklaştıkça görüş alanımız artar, uzaklaşırsak daha az alan görürüz.

Öğrenci 4’ün görüşme sorularına ve kavram testine (son test) verdiği yanıtlar incelendiğinde; öğrencinin görüş alanı ile gözlemcinin konumu arasındaki ilişkiye yönelik olarak yaptığı açıklamalarının kamera kayıtlarında yer alan ifadeler ile paralellik gösterdiği görülmektedir.

Öğrenci 5 ise bilimsel açıklamalarını anlam çözümü tablosunda yer alan çizimleri ile desteklemektedir. Şekil 4.52’de yer alan tablo ve çizimde, tümsek aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özelliklerine ilişkin bilimsel açıklamaların yer aldığı görülmektedir.

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ						
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal Gerçek
Tümsek Ayna			X			X	X

1. Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Tümsek aynada görüntü özelliklerinin yer aldığı kutulara X işareti koyunuz. Yanıtlarınız nedenini cismin tümsek aynadaki görüntüsünü bularak açıklayınız.

Görüntü cisimden küçük, F ile ayna arasında, aynanın arkasında (sanal)

Cisim aynaya yaklaşırsa görüntüde aynaya yaklaşır ve büyür. Görüntü her zaman F ile ayna arasındadır

Şekil 4.52 Öğrenci 5’e ait tümsek aynada görüntü çizimi.

Öğrenci tarafından yapılan açıklamalar ve çizimler öğrenci tarafından ulaşılan bilimsel kavramların akla yatkınlığını “gerçek işleyiş” boyutunda desteklemektedir. Bu bölümde görüldüğü gibi öğrenciler bilimsel kavram ve açıklamaların “akla yatkınlığını”; laboratuvar deneyimleri, akla yatkın benzetmeler, bilimsel bilgi ve kavramların deneysel kanıtları, nedensel işleyişe ilişkin açıklama ve çizimler, doğa ötesi açıklamalar ve geçmiş deneyimler yardımı ile desteklemektedirler.

4.3.1.3 Yararlılık

Kavramsal değişim sürecinde; bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için öğrencinin yeni kavramı “yararlı” bulması gerekir. Yeni kavramın problemleri çözmedeki verimliliği öğrencinin eski bilgiyi terk etmesini çabuklaştıracaktır. Bir başka ifadeyle yeni kavramın “işgörüsü” olmalıdır [96].

Kavramsal değişim sürecini “yararlılık” kategorisi kapsamında değerlendirilirken 3 farklı alt kategoriden yararlanılmıştır. Çizelge 4.40’ta bilimsel kavramların “yararlılık” düzeyi ile ilgili alt kategorilerinin (güç, umut verici ifadeler, rekabet) gözlemlenme derecelerine ait veriler sunulmuştur. Çizelgedeki

veriler; yanıtlarında “yararlılık” düzeyinin alt kategorilerinden yararlanan 8 farklı öğrenciye aittir.

Çizelge 4.40 “Yararlılık” Düzeyinin Alt Kategorilerine ait Veriler

Alt Kategoriler	Kavramın Yararlılığı							
	Öğ. 1	Öğ. 4	Öğ. 5	Öğ. 7	Öğ.8	Öğ. 10	Öğ.12	Öğ.15
<i>Güç</i>	+		+		+	+	+	
<i>Umut Verici İfadeler</i>	+	+		-		+		+
<i>Rekabet</i>		+	+		+		+	

+ : Alt kategoriye ait davranışın öğretim süreci sonunda gözlemlendiğini ifade etmektedir.

+* : Alt kategoriye ait davranışın öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Güç: Bu alt kategoride; yeni kavramın geniş bir uygulama alanına sahip olduğu vurgulanmaktadır. Öğrencilerin bu yönde yaptığı açıklamalar yeni kavramın yararlılığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 8 görüşme sorusuna; “*Gazetede çukur aynalar ile ilgili bir haber vardı. Çukur aynalar kullanılarak yapılan bir fırından bahsediyordu. Fırındaki ısının aynanın odağında toplanan ışınlar yardımıyla elde edildiğini yazıyordu. Yazının tamamını okuduğumda çukur aynalar ile ilgili birçok şeyi anladığımı fark ettim*” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci yanıtında; öğrenilen bilgilerin gücünü günlük yaşamda elde ettiği deneyimleri yardımıyla desteklemektedir.

Öğrenci 12 ise görüşme sorusuna; “*Öğretmen görüntü türlerinden (sanal ve gerçek) bahsederken daha çok şey anlıyorum. Çünkü aynalarda ışınların yansımaları ile ilgili birçok etkinlik yaptım. Bu etkinlikler görüntülerin nasıl oluştuğunu ve görüntü türlerini anlamama yardımcı oldu.*” Görüldüğü gibi öğrenci tarafından yapılan açıklamalar; yeni kavramın (ışığın aynalardan yansıma kuralları) geniş bir uygulama alanına (görüntü oluşumu ve görüntü türlerinin belirlenmesi) sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Umut Verici İfadeler: Öğrenciler bilimsel kavramların sunumu sürecinde; yeni kavram ile neler yapılabileceğini ve kavrama ilişkin beklentilerini vurgulamışlardır. Bu açıklamalar yeni kavramın yararlılığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 10 görüşme sorusuna; “Özellikle, çukur ve tümsek aynalarda yaptığımız etkinlikler çok eğlenceliydi. Derste deneyler yaparak bilgiye ulaştığım için öğrendiklerim ilgimi çekti. Örneğin; aynalarda ışınların yansımalarını çok iyi anladım. Artık aynalardaki görüntüleri kendim bulabiliyorum. Çevremdeki aynalarda oluşan görüntüleri daha iyi anlayabiliyorum.” şeklinde yanıt vermiştir. Burada öğrenci; yeni kavram ile neler yapabileceğini aynalar konusuna ilişkin örnekler yardımı ile açıklamaktadır.

Öğrenci 4 ise görüşme sorusuna; “Aynalar konusunu hiç sevmiyordum, şimdi seviyorum. Dersi daha iyi anladığımı fark ettim. Özellikle lazer ile yaptığımız etkinlikte (etkinlik 12) özel ışınları çok iyi anladım. Bu ışınların mercekler konusunda bana yardımcı olacağını düşünüyorum.” şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci; kavrama (özel ışınlar) ilişkin beklentilerini mercekler konusuna yönelik olarak ifade etmektedir.

Öğrenci 15; “Dersten sonra aklıma şu geldi; mesela odamızdan çeşitli aynalar yardımıyla başka bir odayı görebiliriz. Birçok aynadan yararlanarak, yansıma kanunları yardımıyla bunun gerçekleşebileceğini düşünüyorum. Böyle bir araştırma yapmayı çok isterdim” şeklinde bir düşünceye sahiptir. Öğrenci yanıtında, yeni kavramlar ile neler yapabileceğini vurgulamaktadır. Görüşme yanıtlarında yer alan bu tür umut verici ifadeler yeni kavramların yararlılığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 7 ise “aynalar” konusunu yararlı bulmadığını ifade etmiştir. Bu doğrultuda görüşme sorusuna; “Sınavdan sonra aynalar bana fayda sağlamaz. Belki başkaları için faydalı olabilir. Örneğin; öğrenci 15 ayna ve merceklerle ilgilenmeyi çok seviyor. Bu bilgiler ona faydalı olabilir” şeklinde yanıt vermiştir. Açıklamada da görüldüğü gibi öğrenci yeni kavramlara ilişkin bir beklentiye sahip değildir.

Rekabet: Öğrenciler kavramların yararlılığı boyutunda; farklı kavramları birbirleri ile karşılaştırmaktadırlar. Bu kıyaslamalara ilişkin açıklamalar yeni kavramın yararlılığını destekler niteliktedir.

Öğrenci 5 görüşme sorusuna; *“Işınlarnın çukur aynalardan nasıl yansıdığını ezberliyordum. Soruları çözerken bu ışınları (özel ışınlar) kullanıyordum. Ama lazer ile yaptığımız etkinlikte (etkinlik 12) çukur aynalarda “merkez” noktasının “normal” olarak kullanılabileceğini öğrendim. Artık ışınları ezberlemiyorum”* şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenci; çukur aynalarda ışınların yansıması sürecine ilişkin olarak “özel ışınlar” ile “normal” kavramını karşılaştırmakta ve yeni kavramı (normal) daha yararlı bulduğunu ifade etmektedir.

Öğrenci 8 ise görüşme sorusuna; *“Düzlem aynada sağ-sol değişimi olduğunu düşünüyordum. Fakat derste farklı cisimlerin aynadaki görüntülerini incelediğimde aynada ön-arka değişimi olduğunu gördüm. Örneğin bize bir etkinlikte (etkinlik 9) ambulans ve itfaiye yazılarının araçlar üzerine ne şekilde yazıldığı sorulmuştu. Kâğıda yazdığım ambulans yazısına kâğıdın arka yüzünden baktığımda araçların üzerinde yazan ifadeyi elde ettim. Saatin aynadaki görüntüsünün verildiği ve saatin kaç olduğunun sorulduğu soruda da (kavram testi – soru 8) ön-arka değişimini kullandım.”* şeklinde yanıt vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci; “ön-arka değişimi” kavramını “sağ-sol değişimi” kavramı ile karşılaştırmakta ve yeni kavramı (ön-arka değişimi) daha yararlılığı bulduğunu ifade etmektedir.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar, bilimsel kavram ve açıklamaların yararlılığını; “yeni kavramın diğer kavramlar ile karşılaştırılması (rekabet)”, “kavram ile neler yapılabileceği ve kavrama ilişkin beklentiler (umut verici ifadeler)” ve “kavramın uygulama alanları (güç)” boyutlarında “olumlu” yönde desteklemektedir.

Bu bölümde sunulan veriler ışığında; uygulanan öğretimin kavramsal değişim sürecine olumlu katkıda bulunduğu söylenebilir. Elde edilen tüm veriler (öğrenci kılavuzu, anlam çözümleme tabloları ve kavram testinde yer alan öğrenci ifadeleri ve çizimleri, görüşme yanıtları) öğrencilerin öğretim sürecine taşıdıkları mevcut kavramlar ile ilgili hoşnutsuzluk duyduklarını; gerçekleştirdikleri deney ve etkinlikler yardımıyla ulaştıkları yeni kavram ve açıklamaları “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” buldukları için olası yeni (bilimsel) kavramları benimseyerek anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdiklerini ispatlamaktadır.

4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmada dördüncü alt problem olarak; “5E Öğretim Modeli öğretim sürecini nasıl etkilemiştir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu süreç; “öğretmen ve öğrenciden öğrenme ortamında beklenen davranışlar” ve “öğrencinin öğretim modeline ilişkin düşünceleri” boyutunda irdelenmiştir. Veri toplama aşamasında; öğrenme çevresi değerlendirme anketinden, öğretim modeline yönelik olarak gerçekleştirilen yapılandırılmış görüşmelerden, yansıtıcı günlüklerde yer alan öğrenci ifadelerinden ve kamera kayıtlarını değerlendirme ölçeklerinden yararlanılmıştır.

4.4.1 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde; 5E öğretim modelinin etkinliği, öğrenme çevresi değerlendirme anketinden elde edilen veriler yardımıyla değerlendirilmiştir. Öğretim sürecinin sonunda 46 öğrenciye uygulanan anket; “giriş”, “keşfetme”, “açıklama”, “derinleştirme” ve “değerlendirme” bölümlerine ait sorular içermektedir. Öğrencilerin “giriş” bölümüne ait sorulara verdikleri yanıtların frekans dağılımı Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41 “Giriş” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
GİRİŞ	1. Öğrenme etkinlikleri gerçek hayatla ilişkili konu ve problemlerle başladı	21	45,7	12	26,1	6	13	3	6,5	4	8,7	3,93
	2. Sınıf tartışmasına katılmak benim için önemlidir	19	41,3	15	32,6	7	15,2	4	8,7	1	2,2	4,04
	3. Konuyu anlayabileceğimi ve o konu hakkında soru sorabileceğimi hissettim	18	39,1	20	43,4	3	6,5	4	8,7	2	4,3	4,11
	4. Öğretmen, dersin nasıl işleneceğini açıkladı	13	28,3	16	34,8	6	13	7	15,2	4	8,7	3,59

Çizelge 4.41'in Devamı...

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyor		Katılıyor		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
GİRİŞ	5. Etkinliklere başlarken öğretmen bana soru sordu	20	43,4	12	26,1	10	21,8	3	6,5	1	2,2	4,02
	6. Benim düşündüklerim ve önerdiklerim sınıf tartışması sürecinde kullanıldı	21	45,7	11	23,9	8	17,4	2	4,3	4	8,7	3,93
	7. Tartışma sürecinde diğer öğrencilerin söylediklerini dinledim	15	32,6	14	30,5	7	15,2	8	17,4	2	4,3	3,87
	8. Ön tartışmada önceki bilgi ve deneyimlerimden yararlandım	17	37	10	21,8	11	23,9	6	13	2	4,3	3,74
	9. Tartışma ve sorular daha önceden bildiklerimi gözden geçirme fırsatı verdi	14	30,4	17	36,9	5	10,8	3	6,5	7	15,2	3,61
	10. Önceki bilgilerimin neler olduğunu bilmek, yeni öğreneceğim konuya karşı beni cesaretlendirdi	12	26,1	21	45,7	6	13	4	8,7	3	6,5	3,76
	ORTALAMA PUAN (GENEL)											3,86

Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin “giriş” bölümüne ilişkin “olumlu” tutum ($X = 3,86$) geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler giriş bölümünde; gerçek hayatla ilişkili problemlere yer verildiğini, öğrencilerin bilgilerini ifade edebilmeleri maksadıyla sınıf tartışmalarının gerçekleştirildiğini ve tartışma sürecinde fikirlerine değer verildiğini vurgulamışlardır. Giriş aşamasında gerçekleştirilen uygulamaların; öğrencileri sorgulamaya yönelttiği ve konuya odaklayarak motive olmalarına yardımcı olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin “keşfetme” bölümüne ait sorulara verdikleri yanıtların frekans dağılımı ise Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42: “Keşfetme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
KEŞFETME	11. Ön tartışmadan sonra öğreneceğim şeyleri planladım	22	47,8	15	32,6	4	8,7	1	2,2	4	8,7	4,09
	12. Benim için en uygun etkinliğe karar vermede öğretmene yardımcı oldum	24	52,2	14	30,5	2	4,3	5	10,8	1	2,2	4,19
	13. Öğrenmekten beni alıkoyan her hangi bir şey hakkında şikâyet etmeyi uygun bulurum	29	63,1	7	15,2	6	13	4	8,7	-	-	4,33
	14. Diğer öğrencilere konuşma şansı verdim	22	47,8	14	30,5	5	10,8	1	2,2	4	8,7	4,07
	15. Tartışmadan kaynaklanan sorulara cevap vermek için bir araştırma oluşturdum	29	63,1	4	8,7	8	17,4	3	6,5	2	4,3	4,19
	16. Kendi araştırmalarımın elde edilen bilgileri kullanarak zihnimdeki soruların cevaplarını buldum	23	50	13	28,3	4	8,7	5	10,8	1	2,2	4,13
	17. Çalışma yaparken diğer öğrencilerle kaynakları paylaştım.	28	60,9	10	21,7	4	8,7	3	6,5	1	2,2	4,33
	18. Araştırma yaparken diğer öğrencilerle işbirliğine girdim	27	58,7	11	23,9	4	8,7	3	6,5	1	2,2	4,30
	19. Etkinlikler sırasında diğer öğrencilerden bir şeyler öğrendim	21	45,7	17	37	3	6,5	3	6,5	2	4,3	4,13
	20. Grup içinde görev dağılımını ön planda tutan bir takım çalışması yaptık	28	60,9	7	15,2	7	15,2	3	6,5	1	2,2	4,26
ORTALAMA PUAN (GENEL)											3,86	

Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin “keşfetme” bölümüne ilişkin “tamamen olumlu” tutum ($X = 4,21$) geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler keşfetme bölümünde; “araştırmalar ve etkinliklerde aktif olarak yer aldıklarını”, “öğretmen ve diğer öğrenciler ile etkileşim içinde olduklarını” ve “bilgiyi yapılandırma sürecinde diğer öğrencilerin düşüncelerini dikkate aldıklarını” vurgulamışlardır. Öğrencilerin keşfetme aşamasında; sorgulama ve araştırma yeteneklerini kullandıkları, sorgulayıcı bir öğretim ortamında deneyimler oluşturdukları ve deneyimlerden elde ettikleri düşünceler ile daha önce sahip oldukları fikirler arasında öğretmenin rehberliğinde bağlantı kurarak, konuya ilişkin temel kavramları kendi ifadeleri ile açıklamaya ve yeniden yapılandırmaya çalıştıkları söylenebilir.

Öğrencilerin “açıklama” bölümüne ait sorulara verdikleri yanıtların frekans dağılımı ise Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43: “Açıklama” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
AÇIKLAMA	21. Anladıklarımı diğer öğrencilere ve öğretmene açıkladım	21	45,7	12	26,1	3	6,5	4	8,7	6	13	3,72
	22. Anladıklarımı açıklamaları için gruptaki diğer öğrencilere soru sordum	27	58,7	12	26,1	1	2,2	3	6,5	3	6,5	4,24
	23. Diğer öğrenciler ve öğretmen, fikrimi açıklamam için bana soru sordular	19	41,3	17	37	4	8,7	4	8,7	2	4,3	4,02
	24. Öğrenirken yaptıklarımı öğretmene göstermeyi severim	25	54,4	13	28,3	2	4,3	4	8,7	2	4,3	4,20
	25. Öğretmen benimle konuşmak ve problemlerimle ilgilenmek için yanıma geldi	22	47,8	10	21,8	5	10,8	8	17,4	1	2,2	3,96
	26. Öğretmenin sorduğu sorular ve yaptığı açıklamalar konuyu anlamama yardımcı oldu	25	54,4	14	30,5	2	4,3	3	6,5	2	4,3	4,24
	27. Bana ifadelerimin gerekçeleri hakkında sorular soruldu	26	56,5	13	28,3	3	6,5	1	2,2	3	6,5	4,26
	28. Yaptığım araştırmadan sonra o konudaki tüm ifade, diyagram ve grafiklerin anlamını açıklayabilecek duruma geldim.	19	41,3	18	39,1	4	8,7	4	8,7	1	2,2	4,11
	29. Öğretmen bana değişik kaynakları kullanarak açıklama yaptı.	23	50	16	34,8	2	4,3	4	8,7	1	2,2	4,22
	30. Öğretmen deneyimlerimizi diğer öğrencilerle paylaşmada bize yardımcı oldu.	22	47,8	14	30,5	4	8,7	5	10,8	1	2,2	4,11
ORTALAMA PUAN (GENEL)											4,11	

Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin “açıklama” bölümüne ilişkin “olumlu” tutum ($X = 4,11$) geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler açıklama bölümünde; “ulaştıkları bilgileri öğretmen ve diğer öğrenciler ile paylaşabildiklerini”, “öğretmenin sorular sorarak ve yönlendirici açıklamalarda bulunarak öğrenmelerine yardımcı olduğunu” vurgulamışlardır.

Açıklama aşamasında; öğretmenin öğrencilere “deneyimlerini bir araya getirmelerinde”, “sonuçlarını açıklamalarında” ve “yeni kavramlar oluşturmalarında” yardımcı olduğu görülmektedir. Öğrencilerin sorgulayıcı bir tartışma ortamında, öğretmen tarafından ortaya konulan kavramlar çerçevesinde daha önceki deneyimleri ile ilişki kurarak bilişsel düzeylerini yeniden yapılandırdığı ve açıklama aşamasının sonunda öğrencilerin edindikleri bilgileri genişletmeye ve farklı problemlerde uygulamaya hazır hale geldiği söylenebilir.

Öğrencilerin “derinleştirme” bölümüne ait sorulara verdikleri yanıtların frekans dağılımı ise Çizelge 4.44’te verilmiştir.

Çizelge 4.44 “Derinleştirme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
DERİNLEŞTİRME	31. Öğrendiklerimin okul dışı dünyada kullanılması önemlidir.	28	60,9	8	17,4	4	8,7	2	4,3	4	8,7	4,18
	32. Diğer öğrencilerin problemleri çözmeye ve ileri etkinliklere yaklaşım şekillerini görmeyi severim.	29	63,1	5	10,8	7	15,2	4	8,7	1	2,2	4,24
	33. Çalışmamda bir sorun olduğunda öğretmen bana yardım etti.	28	60,9	10	21,8	3	6,5	3	6,5	2	4,3	4,28
	34. Öğretmen ve öğrenciler tarafından bana problemlerin çözümüne ve ileri etkinliklere yönelik görüşlerim soruldu.	29	63,1	7	15,2	4	8,7	2	4,3	4	8,7	4,20
	35. Diğer öğrenciler problem ve ileri etkinlikler hakkındaki düşüncelerini benimle tartıştılar.	30	65,2	7	15,2	4	8,7	4	8,7	1	2,2	4,33
	36. Problemlere ve ileri etkinliklere ilişkin düşüncelerimi diğer öğrencilere açıkladım.	21	45,7	11	23,9	8	17,4	2	4,3	4	8,7	3,93
	37. Yapmaya başladığımda mümkün olduğunca çok şey yapmaya çalışırım.	32	69,6	4	8,7	7	15,2	1	2,2	2	4,3	4,15
	38. Karşılaştığım yeni durumlarda başarmaya çalıştığım şeyi iyi bilirim.	33	50	5	10,8	5	10,8	1	2,2	2	4,3	4,43

Çizelge 4.44’ün Devamı...

SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyor		Katılıyor		Kararsız		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
39. Karşılaştığım yeni durumlarda grup içinde ne kadar çalışma yapmak zorunda olduğumu bilirim.	27	58,7	8	17,4	4	8,7	6	13	1	2,2	4,17
40. Karşılaştığım sorunlarda yapmam gerekenler konusunda yeteneklerime güvenirim.	32	69,6	7	15,2	5	10,8	1	2,2	1	2,2	4,50
ORTALAMA PUAN (GENEL)											4,24

Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin “derinleştirme” bölümüne ilişkin “tamamen olumlu” tutum ($X = 4,24$) geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler derinleştirme bölümünde; ulaştıkları bilgileri problem çözme yaklaşımını kullanarak yeni olaylara ve problemlere uygulayabildiklerini, olaylar ile günlük yaşam arasında bağlantı kurabildiklerini vurgulamışlardır.

Derinleştirme aşamasında öğrencilerin; grup içerisinde yer alan diğer öğrenciler ile etkileşim içinde olduğu, olayları tartışarak fikir yürüttüğü ve yeni deneyimler kazandığı görülmektedir. Derinleştirme aşamasında öğrencilerin; yeniden yapılandırdıkları kavramları karşılaştıkları problemlere uygulayarak bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onayladıkları ve kavramların ortak yanlarının farkına vardıkları söylenebilir.

Öğrencilerin “değerlendirme” bölümüne ait sorulara verdikleri yanıtların frekans dağılımı ise Çizelge 4.45’te verilmiştir.

Çizelge 4.45 “Değerlendirme” Bölümüne ait Yanıtların Frekans Dağılımı

SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyor		Katılıyor		Kararsız		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
41. Problem çözme etkinliklerinde görev almak istedim.	21	45,7	12	26,1	7	15,2	2	4,3	4	8,7	3,96
42. Uygulamalarda, öğretim sürecinde ulaştığım bilgilerden yararlandım.	20	43,4	12	26,1	10	21,8	3	6,5	1	2,2	4,02

Çizelge 4.45'in Devamı...

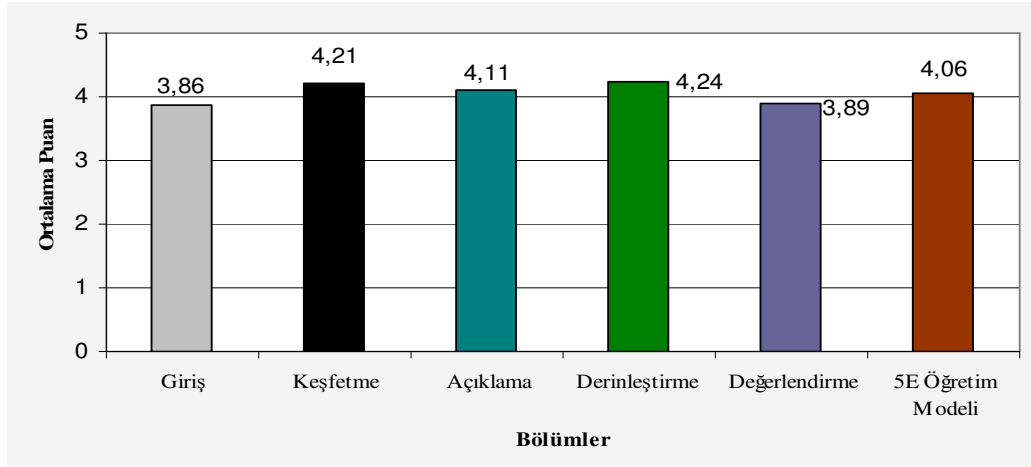
	SORU MADELERİ	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum		Ortalama Puan
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
		43. Değerlendirme sürecinde, öğretmen ve grup arkadaşlarımla olan etkileşimimin dikkate alınması uygun buluyorum.	13	28,3	16	34,8	6	13	7	15,2	4	
44. Öğretmenle yapacağım sözel görüşmeler işlenen konuyla ilişkili bilgilerimin ortaya çıkmasında oldukça önemlidir.	17	37	10	21,8	11	23,9	6	13	2	4,3	3,74	
45. Etkinliklere yaptığım katkıların öğretmen tarafından dikkatle gözlenmesi, başarımın belirlenmesinde etkili bir işlemdir.	12	26,1	21	45,7	6	13	4	8,7	3	6,5	3,76	
46. Etkinlikler boyunca performansımın değerlendirilmesini uygun buluyorum.	14	30,4	17	36,9	5	10,8	3	6,5	7	15,2	3,61	
47. Sorulara verdiğim yanıtlarda daha önce ulaştığım bilgilerden yararlanırım.	15	32,6	14	30,5	7	15,2	8	17,4	2	4,3	3,87	
48. Etkinliklerden sonra gerçek hayatla ilişkili değişik proje veya ödevler üstlenebilirim.	24	52,2	16	34,8	2	4,3	3	6,5	1	2,2	4,28	
49. Anlam çözümlene tablolarında yer alan ifadelerimin değerlendirilmesini uygun bulurum.	21	45,7	17	37	3	6,5	3	6,5	2	4,3	4,13	
50. Öğreneceğim konuya ait tüm etkinliklerde aktif olarak rol almak istedim.	22	47,8	10	21,8	5	10,8	8	17,4	1	2,2	3,96	
ORTALAMA PUAN (GENEL)											3,89	

Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin “değerlendirme” bölümüne ilişkin “olumlu” tutum ($X = 3,89$) geliştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler öğretim sürecinde ulaştıkları bilgileri; problem çözme etkinliklerinde, anlam çözümlene tablolarında ve gerçek hayatla ilişkili olarak verilen ödevlerde kullandıklarını vurgulamışlardır.

Değerlendirme aşamasında öğrencilere; yeteneklerini göstermeleri, öğrendikleri ifadeleri sunarak kendi anlama seviyelerini gösterebilmeleri için fırsatlar sunulduğu görülmektedir. Bu süreçte; öğrencilerin konuları nasıl anladıklarına ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür yeni düşünceler oluşturduklarına odaklanıldığı ve değerlendirme aşamasında gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarına (öğrenci kılavuzları, anlam çözümlene tabloları, etkinlikler vb.) yer verildiği söylenebilir.

Anketin; “giriş”, “keşfetme”, “açıklama”, “derinleştirme”, “değerlendirme” bölümlerine ilişkin ortalama puan değerleri ile anketin tamamına ilişkin ortalama puan değeri Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.46 Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme ve 5E Öğretim Modelinin Geneline İlişkin Ortalama Puan Değerleri



Elde edilen verilerden hareketle ortaya çıkan; 5E Öğretim Modelinin “Giriş”, “Keşfetme”, “Açıklama”, “Derinleştirme” ve “Değerlendirme” aşamaları ile öğretim modelinin geneline ilişkin öğrenci görüşleri ise Çizelge 4.47’de yer almaktadır.

Çizelge 4.47 Ortalama Puan Değerlerine Karşılık Gelen Görüşler

BÖLÜMLER	GÖRÜŞ	X
Giriş	Olumlu Tutum Geliştirilmiş.	3,86
Keşfetme	Tamamen Olumlu Tutum Geliştirmiş.	4,21
Açıklama	Olumlu Tutum Geliştirilmiş.	4,11
Derinleştirme	Tamamen Olumlu Tutum Geliştirmiş.	4,24
Değerlendirme	Olumlu Tutum Geliştirmiş.	3,89
5E Öğretim Modeli (Genel)	Olumlu Tutum Geliştirmiş.	4,06

Çizelgedeki değerler incelendiğinde öğrencilerin “giriş”, “açıklama”, “değerlendirme” aşamalarına ilişkin “olumlu”; “keşfetme” ve “derinleştirme” aşamalarına ilişkin “tamamen olumlu” tutum geliştirdikleri görülmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin olarak “olumlu tutum (X=4.06)” geliştirdikleri söylenebilir.

4.4.2 Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde; 5E Öğretim modelinin uygulama sürecine yönelik olarak öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Görüşme formunda yer alan 5 soruya 9 farklı öğrencinin vermiş olduğu yanıtlar aşağıda sunulmuştur.

1. Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi karşılaştırınız. (Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?)

Öğrenci 1: Bu derslerde; tahtadan yazarak veya kitaptan okuyarak öğrenmenin dışında başka yöntemler olduğunu da gördük. Öğrenmek için farklı yöntemler kullanılması; araştırarak, kendimiz deneyler yaparak öğreniyor olmamız çok güzeldi. Öğrenmek için mutlaka öğretmenin dışarıdan bilgi vermesine gerek olmadığını da gördüm. Bilgiye kendim ulaştım. Benim düşüncem; laboratuarda birçok görsel materyal ile ders işlemek, sürekli deftere bir şeyler yazmaktan çok daha iyi ve öğrenmeme daha çok yardımcı oluyor.

Öğrenci 1’in ifadesi incelendiğinde; öğrenme sürecinin dış dünyadan bilgi aktarımına dayalı olmadığı, bilgiyi yapılandırma sürecinde öğrencinin aktif olarak rol aldığı vurgulanmaktadır. Öğrenme yöntemi ve bu doğrultuda laboratuarda gerçekleştirilen etkinliklerin öğrenme sürecinin tümüne rehberlik ettiği söylenebilir.

Öğrenci 2: Radyo ile televizyon gibi bir fark vardı dersler arasında... Daha önceki dersler radyo dinler gibiydi, sadece dinliyordum. Aklımda canlandırmam zor oluyordu. Ama laboratuvardaki dersler televizyon izlemek gibiydi; hem dinliyorsun, hem de görebiliyorsun. Hatta televizyonda oynayabiliyorsun da... Çünkü gördüğüm birçok şeyi kendim uygulayabiliyordum; deneyler, etkinlikler yapıyordum. Elde ettiğim bilgilere; kendim ulaştığım için öğrendiklerimin aklımda kalacağını da düşünüyorum.

Öğrenci 2'nin ifadesi incelendiğinde; bilgi aktarımına dayalı öğrenme sürecinin öğrenciyi sınırladığı, öğrencinin bu süreçte “bilginin pasif alıcısı” rolünde olduğu görülmektedir. Laboratuvar ortamında ise öğrencinin bilgiye kendi ulaşabildiği, uygulayarak ve yaşayarak kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdiği vurgulanmaktadır.

Öğrenci 3: Diğer fizik derslerinde öğretmen; “Bu formül bu şekildedir...” dediğinde onun doğru olduğunu kabul ediyorduk. Bu derste ise o formüllerin gerçekten nasıl ortaya çıktığını kendimiz gördük. Yaptığımız etkinlik ve alıştırmalar ile bunları ispatladık.

Öğrenci 4: Laboratuvarda işlediğimiz derslerde bilgiye ulaşma anlamında çok alternatifim oldu. Daha önceki derslerde sadece tahtadakileri deftere aktararak ve öğretmenin söylediklerini anlamaya çalışarak öğrenmeye çalışıyordum. Bu durum öğrenmeme değil, ezberlememe neden oluyordu.

Öğrenci 5: Fizik derslerinde genelde sürekli yazı yazıyorduk ve şekilleri tahtadan deftere geçiyorduk. Şimdi ise bilgiye biz ulaşıyoruz, daha eğlenceli oluyor bu şekilde... Akılda da kalıyor öğrendiğimiz bilgiler... Herkes deney yaptığı için, kendisi bilgiye ulaştığı için öğrendiklerimizi de unutmuyoruz.

Öğrenci 9: Derste bize bazı bilgiler verildi, ama bizde birçok bilgiye kendimiz ulaştık. Diğer derslerde böyle olmuyordu, tüm bilgiler bize öğretmen tarafından veriliyordu. Şimdi ise bilgilerin çoğunu biz kendimiz araştırarak, uygulayarak elde ediyoruz; kanıtlamış oluyoruz bu şekilde... Hazır olarak almıyoruz bilgiyi...

Öğrenci 3, 4, 5 ve 9 görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda; dersane ortamında işlenen derslerde geleneksel öğretim metotlarının (düz anlatım, soru cevap vb.) kullanıldığını, bilginin ezbere dayalı olarak öğretmen tarafından aktarıldığını ve bu durumun öğrencilerin sıkılmasına yol açtığını vurgulamaktadır. Öğrenciler; bilginin öğrenci tarafından öğrenim ortamına sunulan özel öğrenme görevleri (etkinlikler, deneyler, araştırmalar vb.) yardımıyla yapılandırılmasının anlamlı bir öğrenme sürecine katkı sağlayacağı düşünmektedir.

Öğrenci 6: Laboratuvarda anlamadığım yerleri kendim deneyler yaparak, uygulayarak anlayabiliyorum. Eskiden böyle bir şansım yoktu. Zaten ders sürekli tahtadakileri deftere yazmakla geçiyordu. Öğretmene bir kez soruyordum,

anlamadığımda ise arkadaşlarıma sorma veya deneyle ispatlama şansım yoktu. Anlamadığım bir şey olduğunda diğer konuları anlamakta da güçlük çekiyordum ve başarımla düşüyordum.

Öğrenci 6 görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda; dersane ortamında işlenen derslerde deney ve etkinliklere dayalı bir öğrenme sürecinin olmadığını ve bu durumun başarıya olumsuz anlamda etki ettiğini vurgulamaktadır. Öğrenci 5E öğretim modelinin; diğer öğrencilerle bilgi alışverişinde bulunabilmesine ve deneyler yardımıyla bilginin doğruluğunu kontrol edebilmesine yardımcı olduğunu düşünmektedir.

Öğrenci 7: Sınıfta bize verilen süre oldukça yetersizdi. Bu nedenle öğrenmekte zorluk çekiyordum. Laboratuvardaki derslerde ise bize yeterince zaman verildiği için deneyler yaptım, problemler çözdüm ve eksiklerimi tamamlayabilmem için de zamanım kaldı. Zamanı verimli kullanabilmem konuları daha rahat anlamama yardımcı oldu.

Öğrenci 7 ise görüşme sorusuna verdiği yanıtta; 5E öğretim modelinin bilginin yapılandırılması aşamasında öğrencilere yeterince zaman tanıdığını ve bu durumun kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığını vurgulamaktadır.

Öğrenci 8: Daha önceki derslerde bilgiler soyut geliyordu, kafamızda canlandıramıyorduk. Şimdi somut bir şekilde görebiliyoruz. Örneğin ben çukur aynada gerçek görüntülerin nasıl oluştuğunu kafamda canlandıramıyordum. Ama bu derste kendim deneyler yaparak görüntüleri inceleyebildim, bilgiye kendim ulaştım.

Görüşme verileri değerlendirildiğinde; öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin olumlu düşüncelere sahip oldukları görülmektedir. Ezbere dayalı, bilgi aktarımının öğretmen tarafından gerçekleştirildiği ve öğrencinin etkinliğinin kısıtlandığı geleneksel fizik dersleri ile karşılaştırıldığında; öğrencilerin anlamlı öğrenme sürecinde 5E öğretim modelini tercih ettikleri görülmektedir.

2. Dersin işlenişi süresince arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle olan etkileşiminiz nasıldı? (Ne tür çalışmalar yaptınız? Bu çalışmaların öğretim sürecinize ne gibi etkileri oldu?)

Öğrenci 1: Öğretmen ile etkileşimim daha önceki derslerde çok sınırlıydı. Ders boyunca 1 veya 2 kere soru sorabiliyordum. Öğretmende tekrar anlatıp hemen geçiyordu. Laboratuvardaki derslerde ise öğretmen bize çok yardımcı oldu. Sorduğumuz soruları açıklamaya çalıştı, bizi yönlendirdi. Bu insana bir rahatlık sağlıyor. İstediğin zaman öğretmene sorular sorarak eksik yönlerini düzeltebiliyorsun. Ayrıca arkadaşlarıma sorarak da bazı şeyleri öğrenebiliyordum. Böyle bir fırsatım daha önceki derslerde olmamıştı.

Öğrenci 2: Bu derste arkadaşlarımızla fikirlerimizi paylaşabiliyorduk. Daha önceki derslerde arkadaşlarımızla etkileşimimiz yoktu.

Öğrenci 3: Arkadaşlarımla tartışırken benim fikrimin doğru olmadığını görmek beni araştırmaya yönlendirdi. Böylece yeni şeyler öğrendim, bilgilerimi geliştirmiş oldum. Diğer derslerde de bu yöntemden yararlandım. Öğretmenin tahtada anlattığı fakat bu şekilde anlayamadığım konularda arkadaşlarımla tartışarak doğru bilgiye ulaşmaya çalıştım. Bu şekilde bilgilerde kalıcı oluyor ve daha fazla bilgi ediniyorsun.

Öğrenci 7: Mevcut bilgilerim ile arkadaşlarımla düşüncelerini birleştirerek bilgiye ulaştım. Arkadaşlarımla bu aşamada bana yardımcı oldu.

Öğrenci 8: Bu derste arkadaşlarımızla birçok düşünceyi tartışabilme imkânı bulduk. Bilgi öğretmen tarafından verilmedi; biz tartışarak, deneyler yaparak bilgiye ulaştık.

Öğrenci 1, 2, 3, 7 ve 8 görüşme sorusuna verdikleri yanıtlarda; öğrenmenin sosyal bir süreç olduğunu, bilişsel anlamda gelişimin sosyal etkileşimler sonucu sağlanabildiğini vurgulamışlardır. Öğrenciler; öğrenme çevresinde öğretmen ve arkadaşları ile gerçekleştirdikleri etkileşimin bilginin yapılandırılması sürecine olumlu katkı sağladığını düşünmektedir.

Öğrenci 4: Laboratuvar uygulamalarında öğrendiklerimin daha kalıcı olacağını düşünüyorum. Çünkü grup halinde çalışıyoruz. Bu sanki “ders içinde ders varmış gibi” bir şey. Demek istediğim arkadaşlarımdan da birçok şey öğrenebiliyorum. Arkadaşlarımla tartışabiliyorum; bu bilgilerimin doğruluğunu kontrol etmem de bana yardımcı oluyor. Anlayamadığım yerlerde öğretmen de bana yardımcı oluyor, bilgiye nasıl ulaşabileceğimi açıklıyor. Hem laboratuvarında birçok malzeme var; bunlarla deneyler yaparak ta öğrenmem mümkün. Birçok şekilde bilgiye ulaşma şansım olduğu için öğrendiklerim de kalıcı oluyor, unutmuyorum.

Öğrenci 9: Laboratuvar ortamında arkadaşlarımızla birlikte bilgiye ulaşmamız ve etkinliklerin içinde yer almam benim için önemliydi. Yapılan etkinliklerin faydalı ve dikkat çekici olduğunu düşünüyorum. Grup ile çalışmak, anlamadığım şeyleri arkadaşlarıma sormama ve doğru bilgiye ulaşmama yardımcı oldu.

Öğrenci 4 ve öğrenci 9 görüşme sorusuna verdiği yanıtlarda; öğrenim ortamına sunulan özel öğrenme görevlerinin (etkinlikler, deneyler, araştırmalar vb.) bilginin yapılandırılmasına yardımcı olduğunu ve sosyal etkileşimler sonucu bilgiye ulaşmanın bilginin kalıcılığına olumlu katkı sağladığını vurgulamaktadır.

Öğrenci 5: Laboratuvarında işlediğimiz derslerde öğretmen soru sormamız için bize yeterince zaman veriyor. Anlayamadığım konuları ve etkinliklerle ilgili merak ettiklerimi arkadaşlarıma ve öğretmene sorabiliyorum. Öğretmenim sorularımı yanıtlarken; eksiklerimi görme fırsatı buluyorum ve bu şekilde konuyu daha iyi anlayabiliyorum.

Öğrenci 6: Derste daha aktif olmam daha iyi öğrenmemi sağladı. Önceki derslerde dikkatimi derse vermiyordum, sıkıyordum. Laboratuvarındaki derslerde sürekli etkinliklerin içinde yer aldığım ve arkadaşlarımla birlikte uygulamalar yaptığım için dersler çok zevkli geçti.

Öğrenci 5 ve öğrenci 6 ise görüşme sorusuna verdikleri yanıtlarda; arkadaşları ve öğretmen ile etkileşerek bilgiyi yapılandırmalarının derse olan katılımlarını ve ilgilerini olumlu anlamda etkilediğini vurgulamışlardır. Öğrenci 5; öğretmen tarafından öğrencilere yeterince zaman verildiğini ve bu durumun da anlamlı öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığını ifade etmiştir.

Görüşme verileri değerlendirildiğinde; öğrencilerin, 5E öğretim modeline dayalı öğretim sürecinde öğretmen ve arkadaşları ile sürekli etkileşim içinde olduğu görülmektedir. Bu etkileşim öğrencinin bilgiyi yapılandırmasına yardımcı olmaktadır. Öğrencilerin öğretmen ve arkadaşları ile bilgi alışverişinin kısıtlandığı geleneksel fizik dersleri ile karşılaştırıldığında; 5E öğretim modeline dayalı uygulamaların öğrencilerin öğretmen ve arkadaşları ile bilgi paylaşımında bulunabilmesine ve bireysel olarak düşüncelerini ifade edebilmesine olumlu anlamda katkı sağladığı söylenebilir.

3. Öğretim sürecinde ulaştığımız bilgileri günlük yaşamla nasıl bağdaştırıyorsunuz? (Öğretim süresince bu yönde bir uygulama içerisinde yer aldınız mı? Bu uygulamanın size katkıları nelerdir?)

Öğrenci 2: Daha önce arabaların aynalarındaki (dikiz aynası) görüntüler ile ilgili bilgi sahibi değildim. Derste yaptığım deneyler sayesinde bu aynalardaki görüntülerin nasıl oluştuğunu çok iyi anladım. Çünkü arkadaşlarımla bu tür aynalarda görüntülerin nasıl oluştuğu ile ilgili deneyler yapmıştık.

Öğrenci 4: Dersten sonra arabalardaki aynaları inceledim, görüntülerin nasıl oluştuğunu düşündüm. Yaptığım deneyler aklıma geldi ve arabalarda kullanılan aynaların tümsek ayna (dikiz aynası) olduğunu fark ettim. Aileme aynalar ile ilgili birçok şey anlattım. Örneğin; arabalarda, evde, alışveriş merkezlerinde kullanılan aynaların ne tür aynalar olduğundan ve özelliklerinden bahsettim onlara...

Öğrenci 6: Günlük yaşamda karşılaştığım olayları açıklarken öğrendiklerimden yararlanabiliyorum. Örneğin; alışveriş merkezlerindeki tümsek aynalarda görüntümün neden küçük olduğunu açıklayabilirim. Çünkü o aynalar tümsek aynadır ve tümsek aynalarda görüntü cisimden küçüktür. Bunun ile ilgili etkinlikler de yapmıştık. Bu şekilde öğrendiğimde bilgiler aklımda daha çok kalıyor ve unutmuyorum da...

Öğrenci 2, 4 ve 6 görüşme sorusuna verdikleri yanıtlarda; ilgi çekici ve günlük yaşama ilişkin problemlerle laboratuvar ortamında etkin olarak uğraştıklarını, bu nedenle öğretim sürecinde elde ettikleri bilgileri günlük yaşamla bağdaştırabildiklerini vurgulamaktadırlar.

Öğrenci 3: Günlük yaşamda birçok alanda küresel aynaları kullanıyoruz. Örneğin; çukur aynalar var makyaj yapmak için kullanılan. Yollarda göremediğimiz bölgeleri gösteren büyük tümsek aynalar var. Önceden bu kadar dikkat etmiyordum bu tür şeylere ama şimdi dikkatimi çekiyor.

Öğrenci 7: İnsan kendi bir bilgiye ulaştığında hiç unutmuyor. “Bunu yapmıştık, böyle olmuştu...” diye hep aklına geliyor. Mesela otoparka girmiştim; orada bir ayna vardı. Aynanın tümsek ayna olduğunu anladım ve görüntünün nasıl oluştuğu aklıma geldi.

Öğrenci 9: Ben eğlence merkezlerindeki ışıklı topların nasıl çalıştığını dersten sonra anladım. Daha önce bu topların içinde lambalar olduğunu ve bu lambaların etrafa ışık saçtığını düşünürdüm. Ama dersten sonra aslında bunların içinde lamba olmadığını, dışarıdan üzerlerine gönderilen ışığı yansıtarak ışık yaydıklarını anladım.

Öğrenci 7 ve 9; öğrenme çevresinde gerçekleştirilen etkinlik ve deneylerin günlük yaşama ilişkin birçok problemin çözümünde öğrencilere yardımcı olduğunu düşünmektedir. Öğrenci 3 ise görüşme sorusuna verdiği yanıtta; günlük yaşamda karşılaştığı aynaların öğretim sürecinin sonunda dikkatini daha çok çektiğini ve öğretim sürecinde ulaştığı bilgiler yardımı ile bu aynaların özelliklerini açıklamaya çalıştığını ifade etmektedir.

Görüşme verileri değerlendirildiğinde; öğrencilerin 5E öğretim modeline dayalı öğretim sürecinde gerçekleştirilen deney ve etkinlikleri günlük yaşamla bağdaştırabildikleri görülmektedir. Öğrenciler; öğretim sürecinde edindikleri bilgileri, günlük yaşamda karşılaştıkları olayları açıklamakta etkin olarak kullanmaktadır.

4. Bu yöntemle dersi işlemek sizi araştırma yapmaya teşvik etti mi? (Nasıl? Neler yaptınız?)

Öğrenci 1: Evet. Fizik dersinde araştırarak öğrenince, diğer derslerde de araştırmak istiyorsun. Örneğin; ben daha önce araştırmayı hiç sevmezdim, hazır bilgi daha kolay geliyordu. Araştırdıkça bilgiye kendim ulaştığımı ve bu bilginin daha kalıcı olduğunu gördüm. Araştırmaktan zevk almaya başladım.

Öğrenci 8: Hazır bilgiyi almak öğrencinin kolayına geliyor. Bende bu şekilde düşünüyordum. Fakat deneyler ve etkinlikler yardımıyla öğrenince, arkadaşlarımla tartışarak bilgiye ulaşınca araştırma yapmanın iyi bir şey olduğunu düşünmeye başladım. Bilgiye kendim ulaşınca dersten daha çok zevk aldım. Hem bu şekilde bilgilerim daha kalıcı oldu. Araştırarak bilgiye ulaşıldığı düşüncesi beni diğer derslerde de araştırma yapmaya yöneltti.

Öğrenci 1 ve 8; öğrenim ortamına sunulan özel öğrenme görevlerinin (etkinlikler, deneyler, araştırmalar vb.) araştırma sürecine olan isteklerini artırdığını ve bu sürecin kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu düşünmektedir.

Öğrenci 3: Yaptığımız etkinliklerde arkadaşlarımla tartıştımda benim fikirlerimin doğru olmayabileceğini düşünmeye başladım. Farklı fikirler ortaya atılınca araştırma isteğim arttı ve konu ile ilgili etkinlikleri tekrar uyguladım. Bu şekilde onların farklı düşüncelere nasıl ulaştıklarını anlamaya çalıştım. Öğrenme isteğim arttı.

Öğrenci 3 görüşme sorusuna verdiği yanıtta; öğretim sürecinde arkadaşları ile etkileşime girdiğini ve bu nedenle farklı fikirlerinde olabileceği düşüncesine sahip olduğunu vurgulamaktadır. Farklı fikirlerin tartışıldığı ve sosyal etkileşimler sonucu bilginin yapılandırıldığı bir öğrenme sürecinin araştırma isteğine olumlu etki ettiğini düşünmektedir.

Öğrenci 4: Dersten sonra kaşıkları incelemeye başladım. Kaşıkların çukur yüzeyine bakarak kendime doğru yaklaştırıp uzaklaştırdım. Odak noktasını bulmaya çalıştım. Görüntü özelliklerini inceledim.

Öğrenci 5: Laboratuvarda işlediğimiz derslerden sonra günlük yaşamda gördüğüm aynaları daha fazla inceledim. Örneğin; berberlerde (düz ayna) ve alışveriş merkezlerinde kullanılan aynalardaki (tümsek ayna) görüntüleri inceledim. Bu aynalardaki görüntülerin nasıl oluşacağını açıklamaya çalıştım.

Öğrenci 6: Dersten sonra aklıma şu geldi. Mesela; odamızdan çeşitli aynalar yardımıyla başka bir odayı görebilir miyiz? Birçok aynadan yararlanarak yansıma yardımıyla bunun gerçekleşebileceğini düşünüyorum. Böyle bir araştırma yapmak isterdim.

Öğrenci 4 ve 6; öğrenme sürecinde elde ettikleri bilgilerden yararlanarak günlük yaşama ilişkin yeni araştırmalar yapma isteği duyduklarını vurgulamaktadır. Öğrenci 5 ise görüşme sorusuna verdiği yanıtta; öğretim sürecinin sonunda araştırma isteğinin arttığını, günlük yaşamda karşılaştığı aynaları daha çok inceleyerek aynalarda oluşan görüntüleri açıklamaya çalıştığını ifade etmektedir.

Görüşme verileri değerlendirildiğinde; 5E öğretim modeline dayalı öğretim uygulamalarının öğrencileri araştırmaya teşvik ettiği söylenebilir. Öğrenciler; “araştırma sürecini” bilgiye ulaşma aşamasında etkin olarak kullanmaktadır. Sorulara verilen yanıtlar; öğrencilerin fizik dersi dışındaki diğer derslerde de anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirmek amacıyla “araştırmaya dayalı uygulamalardan” yararlandıklarını destekler niteliktedir.

*5. Fizik dersine ilişkin ilginizde ya da tutumunuzda ne tür değişiklikler oldu?
(Bu düşüncenizin oluşmasındaki sebepler nelerdir?)*

Öğrenci 1: Bu tür uygulamalar fizik dersine olan tutumumu olumlu yönde etkiledi. Dersi laboratuvarında işlemek; görerek, uygulayarak bilgiyi elde etmek çok güzel... Artık fizik dersinde sıkılmıyorum.

Öğrenci 6: Derste sürekli zili bekliyordum. Ders bana 2-3 saat gibi geliyordu. Şimdi ise dersin nasıl geçtiğini anlamıyorum. Laboratuvar uygulamalarında hiç sıkılmıyorum.

Öğrenci 8: Fizik dersinde üzerimde baskı hissediyordum. Öğretmen sağa sola dönünce kızılıyordu, çok fazla söz hakkım yoktu. Fakat laboratuvarında işlenen derslerde daha rahatım; birçok etkinlikte yer aldım ve bu durum fizik dersine olan ilgimin artmasına yol açtı.

Öğrenciler; bilginin öğretmen tarafından aktarıldığı ve öğrencinin pasif olduğu derslerde sıkıldıklarını ve derse olan ilgilerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Etkinlikler ve deneyler yardımı ile bilginin öğrenci tarafından yapılandırıldığı 5E öğretim modeline dayalı öğrenme çevrelerinde ise öğrenciler; derste daha etkin rol alabildiklerini ve bu durumun derse olan ilgilerini de olumlu yönde etkilediğini düşünmektedirler.

Öğrenci 3: Aynalar konusunu hiç sevmiyordum, şimdi seviyorum. Dersi daha iyi anladığımı fark ettim. Görsel etkinlikler fazla olduğu için, birebir çalışmalar ve deneyler yapabildiğim için bilgilerimin kalıcı olacağını ve öğrendiklerimi unutmayacağımı düşünüyorum.

Öğrenci 5: Fizik dersine olan çalışma isteğim arttı. Eskiden konuları zihnimde tam canlandıramadığım için çalışmaktan zevk almıyordum. Şimdi; uygulama yaparak konuları daha iyi anladığım için derste daha aktif bir duruma geldim ve fizik çalışmayı seviyorum.

Öğrenci 9: Daha önce bilginin elde edilmesinde bizim bir rolümüz yoktu. Şimdi ise bilgiye biz ulaşıyoruz. Öğretmen konuya ilişkin açıklamalar yaptığında, ben ulaştığım bilginin sağlamasını yapar gibi oluyorum. Bu şekilde ders daha zevkli oluyor, hiç sıkılmıyorsun.

Öğrenci 3, 5 ve 9 ise görüşme sorusuna verdikleri yanıtlarda; 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanan öğrenme çevresinin derse olan ilgi ve tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumlarının artışı; dersin daha zevkli geçmesine, sosyal etkileşimin yüksek olduğu bir öğrenme ortamının oluşmasına ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır.

Görüşme verileri değerlendirildiğinde; bilgiye ulaşan ve bilgiyi yapılandıran, öğretim sürecinde daha etkin rol alarak anlamlı bir öğrenme gerçekleştirebilen öğrencilerin derse olan ilgilerinin arttığı belirlenmiştir. 5E öğretim modeline dayalı öğretim süreci öğrencilerin fizik dersine olan tutumunu olumlu yönde etkilemektedir. Görüşmelerden elde edilen bu veriler; “Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi”nden elde edilen sonuçları ($X=4.06$ – olumlu tutum) destekler niteliktedir.

Öğrencilerin bir bölümü ise 5E öğretim modeline yönelik olarak tasarlanan öğretimin, sınava (ÖSS ve fizik dersi sınavı) hazırlık aşamasında tercih edilmemesi yönünde görüş bildirmiştir. Öğrencilerin görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Öğrenci 2: Tahtada daha fazla örnek çözülsün bence daha iyi olur. Çünkü ÖSS sınavı var. Sınava yönelik çalışmamız lazım. Sınava girmem şart olmasaydı, laboratuvar uygulamalarını yapmayı tercih edebilirdim.

Öğrenci 5: Bu derste yaptığımız deney ve etkinlikler ile bilgiye ulaştık. Fakat bu şekilde bir öğrenmenin bize ÖSS’de yardımcı olacağını düşünmüyorum. Biz sürekli deneyler yaptık. ÖSS’ye yönelik soruları çözmeye zamanımız kalmadı. Derste yaptığımız alıştırmalarda sorulan sorular da bir tür etkinlik gibiydi. Bu nedenle bu tür uygulamalarla sınavlarda başarılı olmanın zor olduğunu düşünüyorum.

Öğrenci 7: Sınava yönelik çalışmak bazı şeyleri öğrenmeden ezberlememe yol açıyor. Ezberlediklerimi de girdiğim sınavdan sonra unutuyorum. Uygulamanın çok olduğu dersler daha zevkli... Fakat sınavlarda bu tür uygulamalar değil daha çok formüle ve ezbere dayalı sorular soruluyor. Aslında uygulamaya yönelik sorular sorulsa öğrenciler mevcut bilgilerini daha da geliştirme fırsatı bulabilirler. Bu durum unutmayı da engeller ve konular tam olarak öğrenilebilir.

Görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda öğrenciler; “5E öğretim modeline dayalı öğretim uygulamalarını yararlı bulduklarını ancak 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanan bir öğrenme sürecinin sınav (ÖSS ve fizik sınavı) başarısına olumsuz etki edeceğini” vurgulamışlardır. Öğrenciler; fizik dersinde daha fazla çoktan seçmeli soru çözülmesinin başarılarını arttıracaklarını düşünmektedirler.

4.4.3 Yansıtıcı Günlüklerden Elde Edilen Bulgular

Öğrenciler tarafından öğretim uygulamalarının sonunda doldurulan yansıtıcı günlükler yardımı ile 5E öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin veriler elde edilmiştir. Yansıtıcı günlükte yer alan sorulara öğrencilerin vermiş olduğu yanıtlar aşağıda sunulmuştur.

- *Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığında ne gibi farklılıklar gözlemledin?*

<u>Bu ders</u>	<u>Klasik ders</u>
Çok iyi anladım	anladım
Karıştırmadım (konuları)	çok karıştırdım (konuları)

Fizik derslerinde sadece tahtaya yazılarak ders işleniyor. Ama bu yöntemle işlenen dersler hem daha eğlence hemde uygulayarak yaptığımız için daha çok öğreniyoruz. Fizik derslerinde sadece tahtaya yazılıyor bir deftere geçiriyoruz.

Dersin işlenişi çok güzeldi. Normal fizik derslerinden daha farklıydı. Herseyi kendimiz deneyerek ve gözlemleyerek yaptığımız için daha akılda kalıcıydı.

Yansıtıcı günlüklerde yer alan öğrenci ifadeleri 5E öğretim modelinin uygulama sürecine yönelik anlamlı veriler sunmaktadır. Öğrenciler görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda; geleneksel öğretim yöntemlerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı dersler ile karşılaştırıldığında öğrenme sürecinde daha etkin rol aldıklarını ve 5E öğretim modelinin ulaşılan bilgilerin kalıcılığına olumlu katkı sağladığını vurgulamışlardır.

— Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığında ne gibi farklılıklar gözlemledin?

Bu yöntemle daha iyi kavrayabiliriz. Sektörlerde deneylerle ve slaytlarla daha eğlenceli hale daha verimli hale getirilmiştir,

Bu şekilde daha çok beşif aldım. Herseyi kendimiz deneyerek yaptığımız için daha iyi anladım. Böyle çok güzeldi :)

Fizik dersinde sadece öğretmen konu anlatıyor ve soru soruluyor
dik. Bu yöntemle işlenen derslerde hem etkinlik yaptık hem de deney
dik. Bu yöntemle daha iyi öğrendim ve zevkliydim.

— Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığında ne gibi farklılıklar gözlemledin?

Bilgiler daha kalıcı oluyor. Bazı şeyleri önce tahmin
sonra deney yaparak olması daha iyi oluyor. Uygulamalı
olduğu zaman daha verimli ve kalıcı oluyor.

Yansıtıcı günlüklerde yer alan ifadeler incelendiğinde; öğrencilerin 5E öğretim modeline uygun olarak işlenen fizik derslerini daha verimli buldukları, etkinlikler ve slâyetler yardımıyla işlenen dersin öğrencinin derse olan ilgisini artırdığı söylenebilir. Bilgiyi “etkinlikler” ve “deneyler” yardımıyla yapılandıran öğrenci, bu şekilde ulaşılan bilginin daha kalıcı olacağını düşünmektedir. 5E öğretim modeli anlamlı ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleştirilmesi sürecinde; öğretmen tarafından bilginin aktarıldığı ve öğrencinin etkinliğinin kısıtlandığı geleneksel öğretim modellerine üstünlük sağlamaktadır.

- Dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

— Dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

↓
Güzelmiş. Anlatılır ve öğrenilir bir şekildeydi.

↓
Etkinlikler zevkliydi. Her aşamada kademe kademe. Anlamadığım aynalar konusunu burada anladım.

Ders eğlenceli oluyor.
Ben daha iyi öğrendim. (Görüntüleri)

Dersin işleniş şekli gayet iyi yapılan etkinlikler bizim için daha verimli daha iyi anlamamızı sağladı.

Bence daha iyi oldu. Çünkü öğrenciler bazı şeyleri gözleyerek daha iyi anlayabilir. Önce tahmin, sonra gerçek hatalarımızı görmemizde yardımcı olur. Bilgi üzerine bilgi koyarak daha deneyimli olur. Bu da dersin daha çok verimli olduğunu anlayabiliriz. Bence her deste deneyler yapılmalıdır. Eğer bilgilerin kalıcı olması isteniyorsa.

Öğrenci yanıtları incelendiğinde; 5E öğretim modeline yönelik olarak tasarlanan öğrenme çevrelerinin öğrencilerin derse olan ilgisini artırdığı, öğrencinin bilgiyi etkinlikler ve deneyler yardımıyla yapılandırmasının bilginin kalıcılığına katkı sağladığı söylenebilir.

Herşeyi kendim deneyerek yaptım ve aynalar hakkında eskiden bildiğim şeyleri de pekiştirerek daha iyi bir şekilde verim aldım.

Ben bu yöntemle işlenen derste aynalar ile ilgili çok şey anladım. Benim bunu anlamamdaki en büyük etken hepsini kendim deneyerek öğrenmiş olmam.

— Dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

Derslerin böyle işlenmesi öğrencilerin dersti daha iyi kavramasına neden olur. Yapılan etkinlikler sayesinde cisimlerin aynada nasıl görüntü oluşturdıkları konusunda bilgi edinmemiz daha kolay oluyor.

deneyle, görsel olarak yapılan dersler daha
akılda kalıcı olur. Öğretmenin anlatışıyla değil
belim deneyerek anlamının daha iyi olduğunu düşün-
yorum.

Yansıtıcı günlükte yer alan yanıtlar değerlendirildiğinde; öğrencilerin dersin işleniş şekli ile ilgili olumlu düşüncelere sahip oldukları görülmektedir. Bilginin yapılandırılması sürecinde öğrencilerin etkin rol alması, deney ve etkinlikler yardımıyla anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi öğrencilerin dersin işleniş şekline ilişkin olumlu düşüncelere sahip olmalarının nedenleri arasındadır.

Öğrenciler; öğretim sürecinde uygulanan etkinliklerin konunun daha iyi kavranmasına ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığını düşünmektedir. Öğrenciler; öğretim sürecinde “öğrencinin aktif olarak yer aldığı bir uygulama” olarak etkinliklere yer verilmesinin derse olan ilgi ve isteklerini olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır. Yansıtıcı günlüklerden elde edilen veriler; öğrenme çevresi değerlendirme anketinin sonuçlarını ve yapılandırılmış görüşme sorularına verilen öğrenci yanıtlarını destekler niteliktedir.

4.4.4 Kamera Kayıtlarından Elde Edilen Bulgular

5E öğretim modelinin uygulama aşamalarında öğretmen ve öğrenciler tarafından gösterilmesi beklenen davranışların yer aldığı 20 maddeden oluşan kamera kayıtlarını değerlendirme ölçekleri, araştırmacı ve iki eğitim uzmanı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.4.4.1 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular –Öğretmenin Değerlendirilmesi

Kamera kayıtlarının araştırmacı ve iki eğitim uzmanı tarafından incelenmesi sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.48’de yer almaktadır.

Çizelge 4.48 Araştırmacı ve iki eğitim uzmanının değerlendirme sonuçları

AŞAMALAR	DERECELER				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
	1	2	3	4	5
I. GİRİŞ					
1. Konuya ilişkin, günlük hayatla ilgili problemler sunar.	-	-	-	A*, U1*	U2*
2. İlgi ve merak uyandırarak, öğrencilerin konu ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarır.	-	-	-	U1, U2	A
3. Öğrencilerin sorgulamalarını sağlamak, gerektiğinde yeniden yönlendirmek için sorular sorar.	-	-	U1	U2, A	
4. Öğrencileri sorgulamaya ve öğrenmeye odaklar.	-	-	-	U1, U2	A
Toplam	-	-	3	32	15
Ortalama Puan	4,17				
II. KEŞFETME					
5. Öğrencilere farklı materyaller sunarak, çalışmaya teşvik eder.	-	-	-	-	A,U1,U2
6. Etkinlikleri yeniden yapılandırmaya yardım edecek şekilde düzenler ve kullanır.	-	-	-	U1, U2	A
7. Çocuklar kendi aralarında etkileşimdeyken onları gözlemler ve dinler.	-	-	U1	A, U2	-
8. Öğrencilere yeterince zaman verir.	-	-	-	-	A,U1,U2
9. Bir danışman olarak davranır.	-	-	-	U1,U2	A
Toplam	-	-	3	24	40
Ortalama Puan	4,46				
III. AÇIKLAMA					
10. Öğrencilerin daha önceki deneyimlerini kavramlarını temel alarak açıklama yapmalarını sağlar.	-	-	-	U1, A	U2
11. Öğrencilerden söyledikleri ifadelerle ilgili kanıt ister.	-	-	-	U1,U2, A	
12. Öğrencilerin açıklama ve çözümlerine açıklık getirir; gerekirse yeni kavramlar ekler.	-	-	-	A	U1, U2
13. Yeni kavramın açıklanmasında, öğrencilerin önceki düşüncelerini temel olarak kullanılır.	-	-	-	-	A, U1, U2
Toplam	-	-	-	20	30
Ortalama Puan	4,17				
IV. DERİNLEŞTİRME					
14. Öğrencilere var olan gözlem ve kanıtları referans vererek sorular sorar.	-	-	-	A	U1, U2
15. Öğrencileri kavramları yeni durumlara uygulamaları için teşvik eder.	-	-	-	-	A, U1, U2
16. Öğrencileri alternatif açıklamalar yapmaları konusunda uyarır.	-	-	U1	A, U2	
17. Öğrencilere yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgili sorular yöneltilir.	-	-	-	U2	A, U1
Toplam	-	-	3	16	35
Ortalama Puan	4,50				
V. DEĞERLENDİRME					
18. Yeni kavramları ve becerileri uygularken öğrencileri gözlemler.	-	-	-	U2	A, U1
19. Öğrencilerin bilgilerini ve becerilerini değerlendirir.	-	-	-	-	A,U1,U2
20. Öğrencilere kendi kendilerine, becerilerini değerlendirebilecekleri bir ortam oluşturur.	-	-	-	A	U1, U2
Toplam	-	-	-	8	35
Ortalama Puan	4,78				
ORTALAMA PUAN (GENEL)	4,42				

* A: Araştırmacıyı, U1: 1. Fizik Eğitimi Uzmanını, U2: 2. Fizik Eğitimi Uzmanını ifade etmektedir.

Araştırmacı ve iki eğitim uzmanının ölçeğe verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde; öğretmenin 5E öğretim modelinin aşamalarını etkin bir biçimde uyguladığı söylenebilir. Araştırmacının ve iki eğitim uzmanının, 5E öğretim modelinin aşamalarına yönelik olarak ölçeğe vermiş oldukları yanıtların ortalama puan değerleri ise Çizelge 4.49’da sunulmuştur.

Çizelge 4.49 Araştırmacı ve iki eğitim uzmanının ölçeğe verdikleri yanıtların ortalama puan değerleri

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)
Giriş	4,50	3,75	4,25
Keşfetme	4,80	4,20	4,40
Açıklama	4,25	4,50	4,75
Derinleştirme	4,50	4,50	4,50
Derinleştirme	4,67	5,00	4,67
Ortalama Puan	4,54	4,39	4,51
Ortalama Puan (Genel)	4,48		

Çizelge 4.49’da yer alan veriler incelendiğinde; öğretmenin öğretim modelinin uygulama (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, açıklama) sürecine ilişkin yeterliliğinin üst seviyede olduğu ve bu durumun araştırmacı ve eğitim uzmanları tarafından da desteklendiği ($X = 4,48$) görölmektedir.

4.4.4.2 Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular – Öğrencinin Değerlendirilmesi

Öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarında göstermiş olduğu davranışlar, araştırmacı ve iki eğitim uzmanı tarafından kamera kayıtları incelenerek değerlendirilmiştir. İki ayrı deney grubunda yer alan 6 farklı öğrenci için kamera kayıtlarını değerlendirme ölçeğinden elde edilen veriler Çizelge 4.50’de yer almaktadır.

Çizelge 4.50: Araştırmacı ve iki eğitim uzmanının değerlendirme sonuçları

AŞAMALAR	DERECELER				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
	1	2	3	4	5
I. GİRİŞ					
1. Konuya ilgisini toplayarak sorular sorar.			6, 1, 6, 2	1, 2, 4, 5, 2, 3, 5, 1, 3, 4, 6	3, 4, 5
2. Konuya ilişkin fikirlerini açıklar.		3, 5	4, 5, 3, 3, 5	1, 2, 6, 2, 4, 6, 1, 2, 4	1, 6
3. Sorgulamaya ve öğrenmeye odaklanır.			1, 1, 2	2, 3, 5, 6, 2, 3, 4, 6, 1, 3, 4, 5	4, 5, 6
II. KEŞFETME					
4. Farklı etkinliklerde yer alarak keşfetme sürecine katılır.			2, 2, 3	1, 3, 6, 3, 4, 5, 2, 4, 5, 6	4, 5, 1, 6, 1
5. Gözlem ve düşüncelerini kaydeder.		1, 1, 2	2, 5, 2, 6, 1, 5, 6	3, 6, 4, 5, 3	4, 3, 4
6. Tahmin ve hipotezleri test eder, yeni tahmin ve hipotezler oluşturur.			5, 1, 5	1, 2, 4, 6, 2, 3, 6, 1, 2, 3, 5	3, 4, 4, 6
7. Arkadaşları ile etkileşime girer.		3, 2, 3	2, 5, 3, 4, 6, 2, 5	1, 4, 6, 1, 5, 4, 6	1
III. AÇIKLAMA					
8. Deneyimlerini ve kavramlarını temel alarak açıklama yapar.		2, 2, 5	5, 1, 5, 2	1, 1, 3, 3, 6, 3, 6	4, 6, 4, 4
9. Olası çözüm ve cevapları arkadaşlarına açıklar.			3, 3, 5, 3, 5	1, 2, 5, 6, 2, 6, 1, 4	4, 1, 4, 2, 6
10. Diğer öğrencilerin söylediği açıklamaları eleştirel bir şekilde dinler.			4, 3, 3	1, 2, 3, 6, 2, 4, 6, 1, 4, 5	5, 1, 5, 2, 6
11. Kaydını tuttuğu gözlemleri, açıklamaları kullanır.			2, 2	2, 6, 1, 3, 4, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5, 5, 6, 1, 6
IV. DERİNLEŞTİRME					
12. Önceki bilgileri, çözümler önermek ve karar vermek için kullanır.			5, 6, 5, 6, 6	2, 3, 1, 2, 3, 2, 3, 4, 5	1, 4, 4, 1
13. Arkadaşları ile ulaştıkları sonuçların kontrolünü yapar.		2, 1	1, 2, 1, 2	3, 5, 4, 6, 6	4, 6, 3, 5, 3, 4, 5
14. Yeni tanımlamaları, yeni açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uygular.			1, 2, 1	1, 2, 4, 5, 3, 4, 5, 2, 3, 4	6, 3, 6, 5, 6
15. Alternatif açıklamalar yapar.		5, 6	6, 4, 5, 6, 2, 5	1, 2, 4, 2, 3, 1, 4	3, 1, 3,
16. Yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına ilişkin çıkarımlarda bulunur.			4, 4, 2	2, 3, 5, 2, 6, 4	1, 6, 1, 3, 5, 1, 3, 5, 6
5. DEĞERLENDİRME					
17. Yeni edindikleri bilgilerini, yeteneklerini ve becerilerini değerlendirir.		1	3, 1, 3, 4, 1	1, 2, 5, 2, 5, 6, 3, 6	4, 6, 2, 4, 5
18. Anladığı kavramları ya da öğrendiği bilgi ve becerileri gösterir.			4, 3, 4, 3, 4	1, 2, 3, 5, 5, 6, 1, 2, 6	6, 1, 2, 5
19. Gelecekteki sorgulamalar için yerinde sorular sorar.		4, 2, 2, 4	2, 6, 3, 4, 3, 6	1, 3, 6, 1	5, 1, 5, 5
20. Uygulanan değerlendirme araçlarına (etkinlikler, alıştırma, öğrenci kılavuzları vb.) katılım gösterir.			1, 2, 3, 2, 2	4, 6, 1, 3, 5, 1, 3, 4, 5	5, 4, 6, 6

* Siyah: Araştırmacının değerlendirmelerini, Kırmızı: 1. Fizik Eğitimi Uzmanın değerlendirmelerini, Mavi: 2. Fizik Eğitimi Uzmanının değerlendirmelerini, sayılar ise öğrenci numaralarını ifade etmektedir.

Çizelge 4.50’de yer alan veriler incelendiğinde; öğrencilerin öğretim modelinin uygulama aşamalarında (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, açıklama) etkin bir biçimde rol aldıkları görülmektedir. Araştırmacı ve eğitim uzmanlarının ölçeğin “giriş”, “keşfetme”, “açıklama”, “derinleştirme” ve “değerlendirme” bölümlerine vermiş oldukları yanıtlara ait ortalama puan değerleri çizelgelere sunulmuştur.

Çizelge 4.51 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Giriş Bölümü)

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)	Ortalama Puan
Öğrenci 1	3,67	3,67	4,67	4,00
Öğrenci 2	3,33	4,33	3,33	3,67
Öğrenci 3	4,00	3,67	3,67	3,78
Öğrenci 4	4,00	4,67	4,00	4,22
Öğrenci 5	4,67	4,00	4,00	4,22
Öğrenci 6	3,67	3,67	4,67	4,00

Çizelge 4.52 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Keşfetme Bölümü)

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)	Ortalama Puan
Öğrenci 1	3,75	4,25	4,25	4,08
Öğrenci 2	3,25	3,50	3,50	3,42
Öğrenci 3	4,00	3,25	4,25	3,83
Öğrenci 4	4,75	4,50	3,75	4,33
Öğrenci 5	3,50	3,25	4,00	3,58
Öğrenci 6	4,00	4,00	3,75	3,92

Çizelge 4.53 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Açıklama Bölümü)

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)	Ortalama Puan
Öğrenci 1	4,25	4,25	4,50	4,33
Öğrenci 2	4,00	3,75	4,00	3,92
Öğrenci 3	4,00	3,50	3,50	3,67
Öğrenci 4	4,50	4,75	4,25	4,50
Öğrenci 5	4,50	4,00	3,75	4,08
Öğrenci 6	4,25	4,25	4,75	4,42

Çizelge 4.54 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Derinleştirme Bölümü)

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)	Ortalama Puan
Öğrenci 1	4,20	4,00	4,00	4,07
Öğrenci 2	3,40	3,80	3,40	3,53
Öğrenci 3	4,20	4,20	4,60	4,33
Öğrenci 4	4,20	3,80	4,00	4,00
Öğrenci 5	3,60	3,40	3,40	3,47
Öğrenci 6	4,40	4,00	3,80	4,07

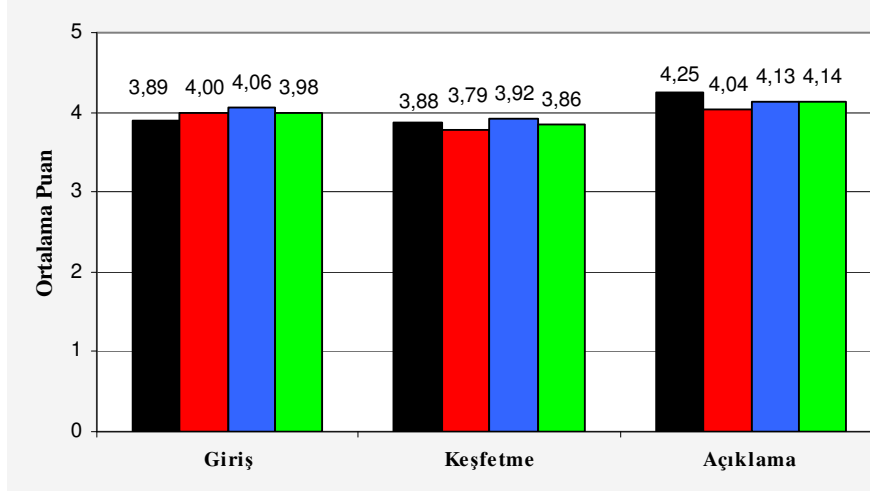
Çizelge 4.55 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Değerlendirme Bölümü)

	Araştırmacı	Eğitim Uzmanı (1)	Eğitim Uzmanı (2)	Ortalama Puan
Öğrenci 1	3,75	4,25	4,00	4,00
Öğrenci 2	3,75	3,50	3,50	3,58
Öğrenci 3	3,75	3,25	3,50	3,50
Öğrenci 4	3,50	3,75	3,50	3,58
Öğrenci 5	4,50	4,25	4,50	4,42
Öğrenci 6	4,25	4,25	4,00	4,17

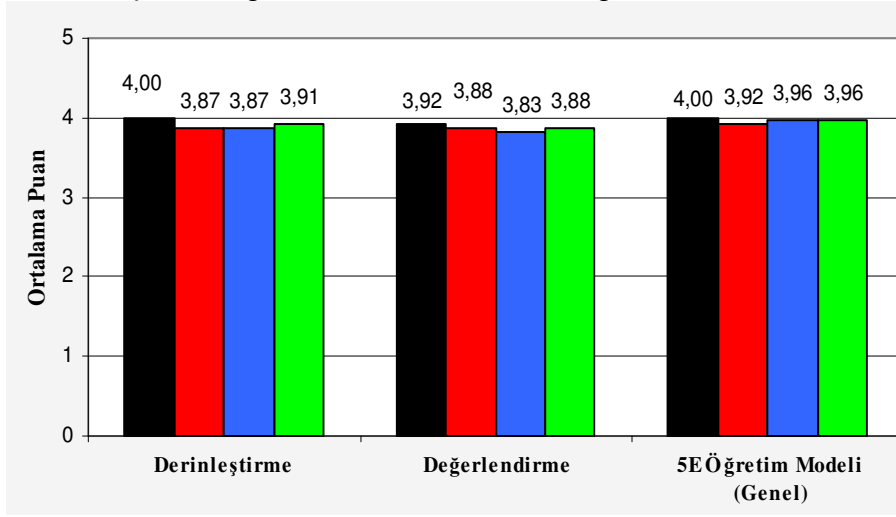
Çizelgelerde yer alan puan değerleri incelendiğinde; öğrencilerin öğretim modelinin “giriş”, “keşfetme”, “açıklama”, “derinleştirme” ve “değerlendirme” aşamalarına ilişkin yeterliliklerinin üst seviyede olduğu ve bu durumun araştırmacı ve eğitim uzmanları tarafından da desteklendiği görülmektedir.

Çizelge 4.56’da ve Çizelge 4.57’de ise 5E öğretim modelinin uygulama aşamalarına (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) ilişkin olarak; araştırmacı ve uzmanlar tarafından öğrencilerin yeterliliklerinin değerlendirilmesi sonucunda ulaşılan ortalama puan değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.56 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması (Giriş, Keşfetme ve Açıklama Bölümü)



Çizelge 4.57 Araştırmacı ve İki Eğitim Uzmanının Ölçeğe Vermiş Oldukları Yanıtlara Ait Puan Ortalamaları (Derinleştirme, Değerlendirme Bölümleri ile 5E Öğretim Modelinin Geneli)



* Siyah: Araştırmacının değerlendirmelerini, Kırmızı: 1. Fizik Eğitimi Uzmanının değerlendirmelerini, Mavi: 2. Fizik Eğitimi Uzmanının değerlendirmelerini, Yeşil: Bölüme ait ortalama puan değerlerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57'deki veriler değerlendirildiğinde; öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulanması sürecinde gösterdikleri yeterliliklerin üst seviyede olduğu ve bu durumun araştırmacı ($X = 4,00$), 1. eğitim uzmanı ($X = 3,92$) ve 2. eğitim uzmanı ($X = 3,96$) tarafından da desteklendiği görülmektedir. Ölçekten elde edilen verilerin tamamı dikkate alındığında; öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulanması sürecinde kendilerinden beklenen davranışları büyük ölçüde ($X = 3,92$) gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulama sürecinde göstermiş olduğu davranışlara ilişkin olarak kamera kayıtlarını değerlendirme ölçeğinden elde edilen veriler; öğrenme çevresi değerlendirme anketinin sonuçlarını, yansıtıcı günlüklerde yer alan öğrenci ifadelerini ve yapılandırılmış görüşme sorularına verilen öğrenci yanıtlarını destekler niteliktedir.

Yapılandırılmış görüşmelerden, yansıtıcı günlüklerden, öğrenme çevresi değerlendirme anketinden ve kamera kayıtlarını değerlendirme ölçeğinden elde edilen veriler doğrultusunda; 5E öğretim modelinin “öğretim hedeflerinin gerçekleştirilmesi sürecinde öğretmen ve öğrencilere etkili bir rehberlik sağladığı” söylenebilir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu aşamada; kavram yanılgıları, kavramsal değişim ve 5E öğretim modeline yönelik olarak daha önce gerçekleştirilen çalışmalar doğrultusunda araştırmanın sonuçlarını tartışmak ve irdelemek amaçlanmıştır. Sonuçlar, araştırmada elde edilen bulgulardan yararlanarak her bir alt problem için ayrı bir bölüm şeklinde sunulmuştur. Tartışma sürecinde ise araştırmadan elde edilen sonuçların daha önce bu alanda yapılan çalışmalar ile olan benzerlik ve farklılıkları ele alınmıştır.

5.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Alt Problem 1: Öğrencilerin aynalar ile ilgili kavram yanılgıları nelerdir?

Araştırmada; öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik olarak kavram testinden ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarından yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde öğrencilerin aynalar konusuna ilişkin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen kavram yanılgılarının bir bölümünün konu ile ilgili olarak daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda yer aldığı, bir bölümünün ise araştırmada ilk kez ortaya çıkarıldığı belirlenmiştir.

5.1.1 Kavram Testi ve Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Bulgular değerlendirildiğinde öğrencilerin düzlem ayna, çukur ayna, tümsek ayna, görüntü türleri ve görüş alanı konularına ilişkin kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Düzlem ayna konusuna ilişkin olarak elde edilen kavram yanılgıları Çizelge 5.1’de sunulmuştur.

Çizelge 5.1 Düzlem ayna konusuna ilişkin kavram yanlışları

KONU	KAVRAM YANILGISI
Düzlem Ayna	Düzlem aynada görüntü aynanın önünde/ üzerinde / içinde oluşur. (K1)
	Aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde / büyüklükte oluşur. (K2)
	Cismin önüne engel konulduğunda cismin bir bölümünün veya tamamının düzlem aynada görüntüsü oluşmaz. (K3)
	Düzlem aynada sağ-sol değişimi olur. (K4)
	Düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir. (K5)
	Düzlem aynada görüntüler terstir. (K6)
	Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür. (K7)
	Düzlem aynada görüntü gerçektir. (K8)
	Düzlem aynada cismin görüntüsünü görebilmek için cisimle aynı doğrultuda bulunmak gerekir. (K9)
	Gözlemcinin gözünden çıkarak önce cisme daha sonra aynaya ulaşan ışınlar yansiyarak görüntüyü oluşturur. (K10)
	Cisimlerin görüntüsü düzlem aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise düzlem aynada görüntü bulunmaz. (K11)

Çizelge 5.1 incelendiğinde; gözlemci-görüntü ilişkisi, düzlem aynada görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri konularına ilişkin kavram yanlışlarına ulaşıldığı görülmektedir. Kocakulah'ın [155] araştırmasında öğrenciler; “düzlem aynada oluşan görüntülerde sağ – sol değişimi olduğunu (K4)”, “düzlem aynada oluşan görüntülerin ters olduğunu (K6)”, “düzlem aynada görüntülerin aynanın önünde oluştuğunu (K1)” vurgulamaktadır.

Şen'in [157] çalışmasında ise öğrenciler; “düzlem aynada görüntülerin aynanın önünde / üzerinde / içinde oluştuğunu (K1)”, “görüntünün aynaya uzaklığının cismin aynaya olan uzaklığından büyük olduğunu (K7)” ve “düzlem aynada oluşan görüntülerde sağ – sol değişimi olduğunu (K4)” ifade etmişlerdir.

Galili'nin [158] optik konusuna ilişkin kavramsal değişim sürecini incelediği araştırmasında öğrenciler; “gözlemcinin gözünden çıkarak aynaya ulaşan ışınların yansiyarak görüntüyü oluştuğunu (K10)” vurgulamışlardır. Heywood'un [168] çalışmasında ise öğrenciler “gözlemci hareket ettiğinde görüntülerin farklı yerlerde / büyüklükte oluşacağını (K2)” ifade etmişlerdir.

Galili ve Hazan [161] tarafından gerçekleştirilen bir diğerk çalışmada ise öğrenciler; “cismin görüntüsünü görebilmek için cisimle aynı doğrultuda bulunmamız gerektiğini (K9)” ve “cisimlerin görüntüsünün aynaya baktığımızda oluştuğunu, bakmadığımızda ise görüntünün aynada olmayacağını (K11)” düşünmektedirler. Sonuç olarak; çalışmada elde edilen kavram yanlışları daha önce gerçekleştirilen araştırmalarda belirlenen kavram yanlışları ile örtüşmektedir [155, 156, 157, 158, 159, 161, 199].

Öğrencilerin bu tür kavram yanlışlarına sahip olmalarının nedenleri arasında;

- Cisimden çıkan ışınların yalnızca bir doğrultuda yayıldığını (K3, K9),
- Işınların cisimden değil gözlemciden çıkararak yayıldığını ve bu şekilde aynanın önünde görüntünün oluştuğunu (K1, K10),
- Düzlem aynalarda görüntünün aynanın üzerinde oluşması nedeniyle görülebildiğini (K1) [199],
- Görüntü ile ayna arasındaki uzaklığı belirlerken, görüntü ile cisim arasındaki uzaklığın dikkate alındığını (K7) [157],
- Düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimlerin, insanların görüntülerinde gerçekleşen değişimler ile sınırlı olduğunu (K4) [157],
- Düzlem aynadan yansıyan ışınların aynanın önünde kesiştiğini düşünmeleri (K1) sayılabilir.

Ayrıca öğrencilerin; düzlem aynaların özellikleri ile küresel aynaların özelliklerini karıştırmaları (K5, K6, K8), yansıma kanunlarını bilmemeleri (K2) ve sorulara düzlem aynada oluşan görüntünün yerine kendilerini koyarak yanıt vermeleri (K4) kavram yanlışlarının oluşmasına neden olan diğerk faktörlerdir [155, 157].

Küresel aynalar ile ilgili olarak elde edilen kavram yanılgıları ise Çizelge 5.2’de sunulmuştur.

Çizelge 5.2 Küresel aynalar ile ilgili kavram yanılgıları

KONU		KAVRAM YANILGISI
Küresel Aynalar	Genel	Işınları toplayan aynalarda görüntü küçük, dağıtan aynalarda görüntü büyüktür. (K1)
	Çukur Ayna	Cisim çukur aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür. (K2)
		Çukur ayna tüm cisimleri büyük / küçük gösterir. (K3)
		Çukur aynada tüm görüntüler sanaldır / gerçektir. (K4)
	Tümsek Ayna	Çukur ayna tüm cisimleri düz / ters gösterir. (K5)
		Cisim tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntüsü büyür / yaklaştıkça küçülür. (K6)
		Tümsek aynada oluşan görüntü cisimden büyüktür. (K7)
		Tümsek aynada görüntü gerçektir. (K8)
		Tümsek aynalar tüm cisimleri (asal eksen üzerinde düz veya ters olarak yer alan) düz gösterir. (K9)

Çizelge 5.2 incelendiğinde; öğrencilerin çoğunlukla küresel aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri konularına ilişkin kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmektedir.

Kocakulah’ın [155] araştırmasında öğrenciler; “çukur aynalarda tüm görüntülerin sanal / gerçek olduğunu (K4)”, “tümsek aynada görüntünün gerçek olduğunu (K8)”, “tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntünün büyüdüğünü / yaklaştıkça küçüldüğünü (K6)” ve “tümsek aynalarda oluşan görüntülerin cisimden büyük olduğunu (K7)” ifade etmişlerdir. Galili ve Hazan [161]’in çalışmasında ise öğrenciler; “çukur aynaya yaklaştıkça görüntünün küçüleceğini, uzaklaştıkça büyüyeceğini (K2)” ve “çukur aynaların tüm cisimleri düz / ters gösterdiğini (K5)” vurgulamışlardır.

Goldberg ve McDermoot [151] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise öğrenciler; “çukur aynalarda tüm görüntülerin sanal / gerçek olduğunu (K4)”, “çukur aynaların tüm cisimleri düz / ters gösterdiğini (K5)” ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda; çalışmada elde edilen kavram yanılgılarının daha önce gerçekleştirilen araştırmalarda belirlenen kavram yanılgıları ile örtüştüğü söylenebilir [151, 155, 161, 200].

Öğrencilerin bu tür kavram yanılgılarına sahip olmalarının nedenleri arasında;

- Cismin aynanın odak noktası ile tepe noktası arasında bulunması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemeleri (K2, K3, K5),
- Görüntü türünün (sanal / gerçek) görüntünün boyutuna bağlı olduğunu düşünmeleri (K4, K8),
- Çukur ayna ve tümsek aynalarda oluşan görüntülerin özelliklerini karıştırmaları (K3, K4, K7) [155, 200],
- Cismin merkezin dışında olması durumunda çukur aynalarda oluşan görüntü özelliklerini, çukur aynalarda oluşabilecek tüm görüntü özelliklerine genellemeleri (K2, K3, K4, K5),
- Tümsek aynaların tüm cisimlerin (düz veya ters) görüntülerini düz olarak gösterebilme özelliğine sahip olduğunu düşünmeleri (K9) sayılabilir.

Görüntü türleri ile ilgili olarak elde edilen kavram yanılgıları ise Çizelge 5.3'te sunulmuştur.

Çizelge 5.3 Görüntü türleri ile ilgili kavram yanılgıları

KONU	KAVRAM YANILGISI
Görüntü Türleri	Görüntü cisimden büyük / küçük ise görüntü sanaldır. (K1)
	Sanal görüntü düzdür, gerçek görüntü terstir. (K2)
	Sanal görüntü / gerçek görüntü cisimle aynı boydadır. (K3)
	Görüntü aynanın arkasında ise gerçektir. (K4)
	Görüntü aynanın önünde ise sanaldır. (K5)
	Sanal görüntü hayal gibi (aslında olmayan) bir görüntüdür. (K6)

Çizelge 5.3 incelendiğinde; öğrencilerin gerçek ve sanal görüntünün oluşumu ve sahip oldukları özelliklere ilişkin kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmektedir.

Kocakulah'ın [155] araştırmasında öğrenciler; “sanal görüntünün / gerçek görüntünün cisimle aynı boyda olması gerektiğini (K3)”, “görüntünün cisimden büyük / küçük olması durumunda sanal olacağını (K1)” ve “sanal görüntünün hayal gibi (aslında olmayan) bir görüntü olduğunu (K6)” ifade etmişlerdir.

Palacios ve arkadaşları [200] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise öğrenciler; “sanal görüntünün düz gerçek görüntünün ters olduğunu (K2)” ve “görüntünün aynanın arkasında olması durumunda gerçek, önünde olması durumunda sanal olacağını (K4, K5)” vurgulamışlardır. Sonuç olarak; çalışmada elde edilen kavram yanlışları daha önce gerçekleştirilen araştırmalarda belirlenen kavram yanlışları ile örtüşmektedir [155, 156, 200].

Öğrencilerin bu tür kavram yanlışlarına sahip olmalarının nedenleri arasında;

- Cisim ile görüntü arasında boyut olarak bir farklılık olduğunda görüntü türünün (sanal / gerçek) değiştiğini düşünmeleri (K1) [155],
- Görüntü türünü (sanal / gerçek), görüntünün düz veya ters oluşu ile ilişkilendirmeleri (K2),
- Görüntünün yeri ile görüntü türü (sanal / gerçek) arasındaki ilişkiyi doğru anlamlandırılmamaları (K4, K5),
- Günlük dildeki kullanım nedeniyle sanal görüntüyü “görünmeyen veya olduğundan farklı görünen görüntü” şeklinde algılamaları (K6) [155],
- Sanal görüntünün düzlem aynada oluşan görüntüler ile sınırlı olduğunu kabul etmeleri (K3) sayılabilir [156].

Çalışmada literatürde yer almayan bazı kavram yanlışları da belirlenmiştir. Bunların listesi Çizelge 5.4’te sunulmuştur.

Çizelge 5.4 Çalışmada belirlenen ve literatürde yer almayan kavram yanlışları

KONU	KAVRAM YANILGISI
Düzlem Ayna	Düzlem ayna büyüdükçe görüntü büyür / netleşir. (K1)
	Düzlem aynadan uzaklaşırsak cisimlerin görüntüsü küçülür. Yaklaşırsak büyür / netleşir. (K2)
Görüş Alanı	Görüş alanı düzlem aynaya yaklaştıkça küçülür, uzaklaştıkça büyür. (K3)
	Düzlem ayna küçüldükçe görüş alanı büyür. (K4)
	Görüş alanının büyüklüğü gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığına bağlı değildir. (K5)
	Görüş alanının büyüklüğü düzlem aynanın büyüklüğüne bağlı değildir. (K6)
Küresel Aynalar	Görüntünün büyüklüğü küresel aynanın büyüklüğü ile orantılıdır. (K7)
Görüntü Türleri	Gerçek görüntü cismin kendisidir, sanal görüntü ise aynadaki görüntüsüdür. (K8)
	Aynada cisim ile aynı şekilde görünen görüntü gerçek görüntüdür. Görüntünün değişime uğradığı (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntü sanal görüntüdür. (K9)
	Görüntü aynada gözlemci tarafından görülebiliyorsa gerçektir. (K10)
	Görüntü aynada gözlemci tarafından görülemiyorsa sanaldır. (K11)
	Görüntü sonsuzda ise sanaldır. (K12)

Çizelge 5.4 incelendiğinde; “gerçek ve sanal görüntü”, “görüş alanının bağlı olduğu değişkenler”, “düzlem aynada oluşan görüntülerin özellikleri” ve “küresel aynalarda görüntü oluşumu” konularına ilişkin kavram yanılgıları olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin bu tür kavram yanılgılarına sahip olmalarının nedenleri arasında;

- Cisim ile benzer özelliklere sahip görüntülerin gerçek, cisim ile farklı özelliklere sahip olan görüntülerin sanal olacağını düşünmeleri (K9),
- “Görüş alanı”, “netlik”, “görüntü” ve “gözlemcinin odaklandığı cisimlerin sayısı” kavramlarını ayırt edememeleri (K1, K2, K3),
- “Gerçek” ve “sanal” kavramlarına günlük yaşamdaki deneyimlerinin etkisi ile farklı anlamlar yüklemeleri (K8, K10),
- Aynalarda görüntünün büyüklüğünün gözlemcinin konumuna bağlı olarak değiştiğini düşünmeleri (K2),
- “Görüş alanı” kavramını, “cismin aynadaki görüntüsünün büyüklüğü” olarak anlamlandırmaları (K5),
- Aynaların boyutunda gerçekleşen değişimin, görüntünün boyutunda değişime neden olacağını düşünmeleri (K1, K7),
- Aynalarda oluşan görüntülerde gerçekleşen değişimlerin nedenlerini görüntü türüne (sanal / gerçek) bağlı olarak açıklamaları (K9) ,
- Aynalarda göremediğimiz görüntülerin uzakta (sonsuzda) oluştuğu için bu görüntülerin görülemediğini ve / veya sanal olduğunu düşünmeleri (K11, K12) sayılabilir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kavram yanılgılarının ağırlıklı olarak; “sanal ve gerçek görüntü”, “aynalarda görüntü oluşumu ve görüntü özellikleri” ve “görüş alanının bağlı olduğu değişkenler” konuları ile ilişkili olduğu görülmektedir. Öğrencilerin kavram yanılgılarını öğrenme ortamına taşıma nedenleri ise şu şekilde özetlenebilir.

- İçerik (konu) bağımlı bir öğrenme gerçekleştirilmeleri nedeniyle konular arasında anlamlı bir bağ kuramamaları,
- Alan içerisindeki kavramları birbiri ile karıştırmaları,

- Günlük yaşamda karşılaştıkları deneyimler ve arkadaşları ile olan etkileşimleri sonucunda bilimsel olmayan düşünceler edinmeleri,
- Günlük dilin etkisi ile kavramlara farklı anlamlar yüklemeleri,
- Sezgisel yanıtlara başvurmaları.

Bu sonuçlar doğrultusunda oğrencilerin; daha önceki oğretim sürecinde anlamlı bir oğrenme gerçekleştirmedikleri ve günlük yaşamdan elde ettikleri deneyimlerin de etkisiyle bilimsel olmayan düşünceler edindikleri söylenebilir. Oğrencilerin oğretim sürecine taşıdıkları kavramların; bilimsel kavramlar ile tutarlılık göstermediği ve içinde bulunulan durum (olay) ve / veya konuya (içerik) bağlı olarak oğrenciler tarafından yapılandırılmış olduğu görülmektedir.

5.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Alt Problem 2: Oğretim süreci oğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilemiştir?

Oğretim sürecinin oğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilediğini belirleyebilmek amacıyla; kavram testlerinde, yarı yapılandırılmış görüşme formlarında, oğrenci kılavuzlarında ve anlam czmlleme tablolarında yer alan oğrenci ifadelerinden ve kamera kayıtlarından yararlanılmıştır.

Bu bölümde; oğrencilerin kavramsal değişim sürecine yönelik olarak elde edilen bulgular doğrultusunda düzlem ayna, çukur ayna, tümsek ayna, görüş alanı ve görüntü türleri konularına ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Kavramsal değişim sürecine ilişkin sonuçlar; oğrenciler tarafından oğretim ortamına taşınan kavram yanılgılarında oğretim sonunda gerçekleşen değişimler dikkate alınarak irdelenmiştir.

5.2.1 Düzlem Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar

Düzlem ayna konusu ile ilgili olarak kavramsal değişim sürecine ilişkin elde edilen sonuçlar izelge 5.5'te sunulmuştur.

Çizelge 5.5 Düzlem ayna konusuna ilişkin sonuçlar

KAVRAM YANILGISI	ÖĞRETİM SONRASI ELDE EDİLEN SONUÇLAR
Düzlem aynada görüntü aynanın önünde/ üzerinde / içinde oluşur.	Düzlem aynada görüntü aynanın arkasında oluşur.
Aynı cisme farklı yerlerden bakıldığında (gözlemci hareket ettiğinde) görüntüler farklı yerlerde/ büyüklükte oluşur.	Görüntünün yeri ve büyüklüğü gözlemcinin konumuna bağlı değildir.
Cismin önüne engel konulduğunda cismin bir bölümünün veya tamamının düzlem aynada görüntüsü oluşmaz.	Cismin önüne engel yerleştirildiğinde aynada görüntü oluşur. Gözlemcinin konumuna bağlı olarak görüntünün bir bölümünü veya tamamını görebiliriz.
Düzlem aynada sağ-sol değişimi olur.	Düzlem aynada ön – arka değişimi olur.
Düzlem ayna cisimleri büyük / küçük gösterir.	Düzlem aynada görüntünün boyu cismin boyuna eşittir.
Düzlem aynada görüntüler terstir.	Düzlem aynadan cisim düz ise görünüşü düz, cisim ters ise görüntü terstir.
Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından büyüktür.	Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığına eşittir.
Düzlem aynada görüntü gerçektir.	Düzlem aynada görüntü sanaldır.
Düzlem aynada cismin görüntüsünü görebilmek için cisimle aynı doğrultuda bulunmak gerekir.	Düzlem aynada cismin görüntüsünü görebilmek için aynadan yansıyan ışınların gözümüze ulaşması gerekir.
Gözlemcinin gözünden çıkarak önce cisme daha sonra aynaya ulaşan ışınlar aynadan yansiyarak görüntüyü oluşturur.	Cisimden aynaya ulaşan ışınlar aynanın arkasında kesişerek görüntüyü oluşturur.
Cisimlerin görüntüsü düzlem aynaya baktığımızda oluşur. Bakmadığımızda ise düzlem aynada görüntü bulunmaz.	Düzlem aynada görüntünün oluşabilmesi; gözlemcinin aynaya bakıp bakmaması ile değil, cisimden çıkan ışınların aynaya ulaşıp ulaşmaması ile ilişkilidir.
Düzlem ayna büyüdükçe görüntü büyür / netleşir.	Görüntünün büyüklüğünün aynanın büyüklüğü ile ilişkisi yoktur.
Düzlem aynadan uzaklaşırsak cisimlerin görüntüsü küçülür. Yaklaşırsak büyür / netleşir.	Gözlemcinin aynaya olan uzaklığı ile görüntünün büyüklüğü arasında herhangi bir ilişki yoktur.

Görüldüğü gibi düzlem aynada oluşan görüntünün; yerine, büyüklüğüne, türüne, aynaya olan uzaklığına ilişkin olarak öğretim ortamına bilimsel olmayan bir düşünceyi taşıyan öğrencilerin büyük bir bölümü öğretim sürecinin sonunda bu düşüncelerinden vazgeçmişlerdir. Öğrenci kılavuzlarında, görüşmelerde, anlam çözümleme tablolarında ve kavram testlerinde yer alan açıklamalar ve çizimler incelendiğinde; öğrencilerin düzlem aynada “görüntünün yeri”, “görüntünün büyüklüğü” ve “görüntünün türü” konularına ilişkin kavramsal değişim sürecini gerçekleştirdikleri söylenebilir. Öğrencilerin büyük bir bölümü öğretim sürecinin sonunda; düzlem aynada oluşan görüntünün “*aynanın arkasında, sanal ve cisim ile aynı boyda oluştuğunu*” ifade etmişlerdir.

Öğretim sürecinde yararlanılan yapılandırmacı kurama dayalı “etkinlikler”, “derinleştirme etkinlikleri”, “anlam çözümleme tabloları” ve “problem çözme uygulamaları”; bilginin bilimsel gerçekler doğrultusunda yeniden yapılandırılması sürecine olumlu katkı sağlamıştır. Sonuç olarak; öğrencilerin farklı ölçme araçlarında (kavram testi, görüşme, öğrenci kılavuzu, anlam çözümleme tablosu) bilimsel ifadelerden yararlanarak yapmış oldukları açıklamalar doğrultusunda, düzlem ayna konusuna ilişkin olarak kalıcı ve anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

5.2.2 Çukur Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar

Çukur ayna konusu ile ilgili olarak kavramsal değişim sürecine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 5.6’da sunulmuştur.

Çizelge 5.6 Çukur ayna konusuna ilişkin sonuçlar

KAVRAM YANILGISI	ÖĞRETİM SONRASI ELDE EDİLEN SONUÇLAR
Cisim çukur aynaya yaklaştıkça görüntü küçülür, uzaklaştıkça büyür.	Cismin konumuna bağlı olarak görüntü cisimden küçük / büyük veya cisim ile eşit boyda olabilir.
Çukur ayna tüm cisimleri büyük / küçük gösterir.	
Çukur aynada tüm görüntüler sanaldır / gerçektir.	Çukur aynada gerçek ve sanal görüntüler oluşabilir.
Çukur ayna tüm cisimleri düz / ters gösterir.	Çukur aynalarda cismin düz veya ters oluşu ile görüntünün düz veya ters oluşu arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır.

Görüldüğü gibi öğretim sürecinin sonunda öğrenciler; “çukur aynada oluşan görüntülerin; cismin konumuna bağlı olarak, cisimden büyük / cisimden küçük veya cisim ile eşit boyutta olabileceği” ve “çukur aynada cismin konumuna bağlı olarak görüntü çeşidinin sanal veya gerçek olabileceği” şeklindeki bilimsel düşüncelere sahiptirler. Öğrenci kılavuzlarında, görüşmelerde ve kavram testlerinde yer alan açıklamalar ve çizimler doğrultusunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun; çukur aynada “görüntünün türü”, “görüntünün boyutu” ve “cismin aynaya olan uzaklığı ile görüntü özellikleri arasındaki ilişki” konularına ilişkin kavramsal değişim sürecini gerçekleştirdikleri söylenebilir.

5.2.3 Tümsek Ayna Konusuna İlişkin Sonuçlar

Tümsek ayna konusu ile ilgili olarak kavramsal değişim sürecine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 5.7’de sunulmuştur.

Çizelge 5.7 Tümsek ayna konusuna ilişkin sonuçlar

KAVRAM YANILGISI	ÖĞRETİM SONRASI ELDE EDİLEN SONUÇLAR
Cisim tümsek aynadan uzaklaştıkça görüntüsü büyür / yaklaştıkça küçülür.	Cisim tümsek aynaya yaklaştıkça görüntü büyür, uzaklaştıkça küçülür. Tümsek aynada oluşan görüntü daima cisimden küçüktür. Tümsek aynada görüntü sanaldır.
Tümsek aynada oluşan görüntü cisimden büyüktür.	
Tümsek aynada görüntü gerçektir.	
Tümsek aynalar tüm cisimleri (asal eksen üzerinde düz veya ters olarak yer alan) düz gösterir.	Tümsek aynalarda cisim düz ise görüntü düz, cisim ters ise görüntü ters şekilde oluşur.

Görüldüğü gibi öğrenciler öğretim sürecinin sonunda; “cisim tümsek aynaya yaklaştıkça görüntünün büyüdüğünü, uzaklaştıkça küçüldüğünü”, “tümsek aynada oluşan görüntünün daima cisimden küçük olduğunu” ve “tümsek aynada görüntü türünün sanal olduğunu” ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin tümsek aynalarda görüntünün oluşumu ve özelliklerine ilişkin farklı ölçme araçlarında (kavram testi, görüşme, anlam çözümleme tablosu) yapmış oldukları bilimsel açıklamalar, öğretim sürecinde kalıcı ve anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşmiş olduğu düşüncesini desteklemektedir. Etkinliklerin, derinleştirme etkinliklerinin, anlam çözümleme tablolarının ve problem çözme uygulamalarının öğretim aşamasında etkin bir biçimde kullanıldığı ve bu tür uygulamaların kavramsal değişim sürecine olumlu anlamda katkı sağladığı düşünülmektedir.

5.2.4 Görüntü Türleri Konusuna İlişkin Sonuçlar

Görüntü türleri konusu ile ilgili olarak kavramsal değişim sürecine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 5.8’de sunulmuştur.

Çizelge 5.8 Görüntü türleri konusuna ilişkin sonuçlar

KAVRAM YANILGISI	ÖĞRETİM SONRASI ELDE EDİLEN SONUÇLAR
Görüntü cisimden büyük / küçük ise görüntü sanaldır.	Görüntünün boyutu (büyük/küçük) ile görüntü türü arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır.
Sanal görüntü / gerçek görüntü cisimle aynı boydadır.	
Sanal görüntü düzdür, gerçek görüntü terstir.	Görüntünün düz / ters oluşu ile görüntü türü arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır.
Görüntü aynanın arkasında ise gerçektir.	Görüntü aynanın arkasında ise sanal, önünde ise gerçektir.
Görüntü aynanın önünde ise sanaldır.	
Görüntü sonsuzda ise sanaldır.	
Görüntü aynada gözlemci tarafından görülebiliyorsa gerçektir.	Gerçek görüntü ekran üzerine düşürülebilir, sanal görüntü ise aynada görülür.
Görüntü aynada gözlemci tarafından görülemiyorsa sanaldır.	
Sanal görüntü hayal gibi (aslında olmayan) bir görüntüdür.	Sanal görüntü cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların aynanın arkasında kesişmesi ile oluşan görüntüdür. Gerçek görüntü cisimden çıkarak aynadan yansıyan ışınların aynanın önünde kesişmesi ile oluşan görüntüdür.
Gerçek görüntü cismin kendisidir, sanal görüntü ise aynadaki görüntüsüdür.	
Aynada cisim ile aynı şekilde görünen görüntü gerçek görüntüdür. Görüntünün değişime uğradığı (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntü sanal görüntüdür.	

Görüldüğü gibi öğrenciler öğretim sürecinin sonunda;

- Görüntünün büyüklüğü ile görüntünün türü arasında bir ilişki olmadığını, görüntünün boyundaki değişimin kullanılan aynanın çeşidine bağlı olarak değiştiğini,
- Görüntü türünün (gerçek / sanal), aynalarda oluşan görüntülerin yerine (aynanın önünde veya arkasında) bağlı olduğunu,
- Aynadan yansıyan ışınların kendilerinin kesişmesi ile gerçek, uzantılarının kesişmesi ile sanal görüntülerin oluştuğunu,
- Görüntünün sanal olabilmesi için aynanın arkasında oluşması gerektiğini ve sanal görüntünün aynada görülebildiğini,
- Görüntünün gerçek olabilmesi için aynanın önünde oluşması gerektiğini ve gerçek görüntünün ekran üzerine düşürülebildiğini,
- Görüntünün ters veya düz olma durumunun; aynanın çeşidine bağlı olduğunu, görüntü türüne bağlı olmadığını ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak; öğrencilerin sorgulayıcı bir öğrenme ortamında deneyimler oluşturdukları ve deneyimlerden elde ettikleri düşünceler yardımıyla görüntülerin türlerine ilişkin bilimsel kavramlara ulaştıkları görülmektedir. Öğrencilerin görüntü

türlerine (gerçek / sanal) ilişkin olarak farklı ölçme araçlarında (kavram testi, görüşme, öğrenci kılavuzu) yer alan ve bilimsel gerçeklerle örtüşen açıklamaları doğrultusunda, öğretim sürecinde içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin gerçekleştiği söylenebilir.

5.2.5 Görüş Alanı Konusuna İlişkin Sonuçlar

Görüş alanı konusu ile ilgili olarak kavramsal değişim sürecine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 5.9'da sunulmuştur.

Çizelge 5.9 Görüş alanı konusuna ilişkin sonuçlar

KAVRAM YANILGISI	ÖĞRETİM SONRASI ELDE EDİLEN SONUÇLAR
Görüş alanının büyüklüğü gözlemcinin düzlem aynaya olan uzaklığına bağlı değildir.	Görüş alanı düzlem aynaya yaklaştıkça büyür, uzaklaştıkça küçülür.
Görüş alanı düzlem aynaya yaklaştıkça küçülür, uzaklaştıkça büyür.	
Görüş alanının büyüklüğü düzlem aynanın büyüklüğüne bağlı değildir.	Düzlem ayna büyüdükçe görüş alanı büyür, küçüldükçe küçülür.
Düzlem ayna küçüldükçe görüş alanı büyür.	

Görüldüğü gibi öğrenciler öğretim sürecinin sonunda;

- Düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün aynanın büyüklüğü ile doğru orantılı olduğunu,
- Düzlem aynada görüş alanının büyüklüğünün gözlemci aynaya yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin görüş alanı konusuna ilişkin bilimsel bilgilere ulaşma sürecinde problem çözme uygulamalarından ve derinleştirme etkinliklerinden etkin bir biçimde yararlandıkları söylenebilir. Öğrenci kılavuzlarında ve kavram testlerinde yer alan ifadeler; öğrencilerin öğretim aşamasında ulaştıkları bilgiler ile günlük yaşam deneyimleri arasında bağ kurabildiklerini göstermektedir.

Öğrencilerin görüş alanının büyüklüğünün bağlı olduğu değişkenlere ilişkin olarak farklı ölçme araçlarında (kavram testi, görüşme, öğrenci kılavuzu) yapmış oldukları bilimsel açıklamalar, öğretim sürecinde kalıcı ve anlamlı bir öğrenmenin

gerçekleşmiş olduğu düşüncesini destekler niteliktedir. Görüş alanı konusuna ilişkin olarak öğretim aşamasında yararlanılan etkinliklerin, derinleştirme etkinliklerinin ve problem çözme uygulamalarının; öğrencilerin kavramsal değişim sürecine olumlu anlamda katkı sağladığı görülmektedir.

Sonuç olarak; düzlem ayna, çukur ayna, tümsek ayna, görüş alanı ve görüntü türleri konularına ilişkin olarak tasarlanan yapılandırmacı kurama dayalı ve bilginin öğrenci tarafından yapılandırıldığı bir öğretimin kavramsal değişimin gerçekleşmesi sürecine yardımcı olduğu söylenebilir. Sequeira, Leite ve Duarte [140]'da fen öğretmenlerinin öğretim sürecini yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir biçimde tasarlama ve bu süreçte öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almalarının anlamlı öğrenmeye katkı sağlayacağını vurgulamaktadır.

Galili [158] ise geometrik optik konuları ile ilgili olarak gerçekleştirdiği çalışmada kavramsal değişim etkinliklerinin tasarlandığı bir öğretim modelinden yararlanmıştır. Öğretim sürecinin sonunda öğretim modelinin kavramsal değişimi olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için özel etkinliklere dayalı bir öğretim yaklaşımına ihtiyaç duyulduğunu sonucuna varılmıştır.

5.2.6 Araştırmada Uygulanan Kavram Testlerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesinden Elde Edilen Sonuçlar

Kavram testinde yer alan sorulara öğrencilerin öğretim öncesinde, öğretim sürecinin sonunda ve öğretim sürecinden 8 hafta sonra vermiş olduğu yanıtların değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- Kavram testinden öğretim öncesinde elde edilen puanlar ($\bar{x}=2,28$) ile öğretim sonrasında elde edilen puanlar ($\bar{x}=3,25$) arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p = 0.000 < 0.05$).
- Öğretimin tamamlanmasından 8 hafta sonra (dönem sonu) uygulanan kavram testinden elde edilen puanlar ($\bar{x}=3,12$) ile öğretim öncesinde elde edilen puanlar ($\bar{x}= 2,28$) arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p = 0.000 < 0.05$).
- Kavram testinden öğretim sonrasında elde edilen puanlar ($\bar{x}=3,25$) ile öğretimin tamamlanmasından 8 hafta sonra (dönem sonu) uygulanan kavram

testinden elde edilen puanlar ($\bar{x}=3,12$) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p = 0.337 < 0.05$).

Öğretim öncesinde, öğretim sonrasında ve öğretimin tamamlanmasından 8 hafta sonra uygulanan kavram testinden elde edilen puanlar incelendiğinde; çalışmada kullanılan öğretim yönteminin kalıcı öğrenme sürecine katkı sağladığı söylenebilir.

5.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Alt Problem 3: Öğrencilerin kavramsal değişim süreci nasıl gerçekleşmektedir?

Öğrencilerin kavramsal değişim sürecinin analizi aşamasında “Çok Boyutlu Kavramsal Değişim Yapısı”ndan yararlanılmıştır. Kavramsal değişim yapısının alt kollarından biri olan “bilişsel bakış açısı”; öğrencilerin deneyimlerini nasıl ifade ettikleri ve kavramlara ilişkin ne tür düşünceler ve yargılar geliştirdikleri ile ilgilidir [111]. Bu bölümde; bilişsel bakış açısı temele alınarak kavramsal değişim sürecine ilişkin sonuçlara yer verilmiştir.

Sonuçlar; öğrencilerin görüşmelere ve kavram testine verdikleri yanıtlardan, öğrenci kılavuzlarında ve anlam çözümleme tablolarında yer alan öğrenci ifadelerinden ve kamera kayıtlarından yararlanarak, durum analiz kategorileri (*anlaşılabilirlik, akla yatkınlık ve yararlılık*) çerçevesinde analiz edilmiştir.

5.3.1 Kavramsal Değişim Durumlarının “Anlaşılabilirlik” Kategorisine İlişkin Sonuçlar

Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için yeni kavramın öncelikle *anlaşılır* olması gerekir. Anlaşılır olmayan kavram öğrenci tarafından içselleştirilemez ve doğru anlamlandırılmaz [110]. Bu kapsamda, öğrencilerin kavramsal değişim sürecine yönelik olarak elde edilen sonuçlar; “*anlaşılabilirlik*” kategorisinin “*görüntü*”, “*örnek verme*” ve “*dil*” alt kategorileri çerçevesinde sunulmuştur.

Görüntü: Öğrenciler yeni kavramı “anlaşılır” bulduklarını grafik ve resimler yardımıyla vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin anlam çözümleme tablolarında, görüşmelerde ve kavram testlerinde yer alan açıklama ve çizimleri incelendiğinde; öğretim sonrasında öğrencilerin büyük çoğunluğunun yeniden yapılandırılan kavramların anlaşılabilirliğini desteklediği söylenebilir.

Örnek Verme: Öğrenciler yeni kavramı “anlaşılır” bulduklarını günlük yaşama ilişkin örnekler yardımıyla vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin anlam çözümleme tablolarında, görüşmelerde ve kavram testlerinde yer alan günlük yaşama ilişkin ifadeleri; kavramsal değişim sürecinin “anlaşılabilirlik” boyutunda gerçekleştiğini destekler niteliktedir.

Öğrencilerin; bilimsel kavramlara ulaşma aşamasında günlük yaşamda karşılaştıkları olaylardan yararlandıkları ve öğretim sürecinde yapılandırdığı bilimsel bilgiyi karşılaştığı problemlerin çözümünde etkin bir biçimde kullandıkları söylenebilir.

Dil: Öğrenciler, yeni kavramı “anlaşılır” bulduklarını bilimsel kavramların sunumu sürecinde söz ve sembollerden yararlanarak vurgulamaktadırlar. Derinleştirme etkinliklerinde, görüşmelerde, anlam çözümleme tablolarında ve kavram testinde yer alan, öğrencilerin bilimsel kavramları açıklamaya çalışırken kullandıkları söz ve semboller dikkate alındığında; kavramsal değişim sürecinin “anlaşılabilirlik” boyutunda gerçekleştiği görülmektedir.

Sonuç olarak; öğretim sürecinde kalıcı ve anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşmiş olduğu ve bilimsel kavramların “*anlaşılabilirliğinin*” öğrencilerin yaptıkları çizimler (görüntü), günlük yaşama ilişkin olarak verdikleri örnekler (örnek verme), kullandıkları semboller ve kendilerine ait sözlü ifadeler (dil) yardımıyla desteklediği söylenebilir

5.3.2 Kavramsal Değişim Durumlarının “Akla Yatkinlik” Kategorisine İlişkin Sonuçlar

Bilimsel olmayan kavramların yerini bilimsel kavramların alabilmesi için sağlanması gereken koşullardan ikincisi yeni kavramın “akla yatkin” olmasıdır. Araştırmada, öğrencilerin kavramsal değişim sürecine yönelik olarak elde edilen sonuçlar; “akla yatkinlik” kategorisinin “diğer bilgi”, “laboratuvar deneyimi”, “geçmiş deneyimler”, “bilişsel yapı”, “doğa ötesi”, “akla yatkin benzetmeler” ve “gerçek işleyiş” alt kategorileri çerçevesinde sunulmuştur.

Diğer Bilgi: Öğrenciler yeni kavramı “akla yatkin” bulduklarını yeniden yapılandırılan kavramın diğer bilgi ve kavramlar ile olan tutarlılığından yararlanarak vurgulamaktadırlar. Öğrenciler yeniden yapılandırdıkları kavramlara ilişkin olarak kavramsal değişim sürecinin “akla yatkinlik” boyutunda gerçekleştiğini, kavram testinde, görüşmelerde ve öğrenci kılavuzlarında yer alan açıklamaları ile desteklemektedirler.

Laboratuvar Deneyimi: Öğrenciler yeni kavramı “akla yatkin” bulduklarını bilimsel kavramların sunumu sürecinde laboratuvar deneyimlerinden ve gözlemlerinden yararlanarak vurgulamaktadırlar. Öğrenciler yeniden yapılandırdıkları kavramlara ilişkin olarak kavramsal değişim sürecinin “akla yatkinlik” boyutunda gerçekleştiğini; özellikle etkinliklere ve derinleştirme etkinliklerine yönelik gözlem ve deneyimlerini vurgulayarak ifade etmektedirler. Bu doğrultuda; öğrencilerin bilimsel gerçeklere ulaşarak kalıcı ve anlamlı bir öğrenme gerçekleştirebilmelerine yardımcı olmak amacıyla geliştirilen etkinlik ve etkinliklerin kavramsal değişim sürecine olumlu katkı sağladığı söylenebilir.

Geçmiş Deneyimler: Öğrenciler yeni kavramı “akla yatkin” bulduklarını bilimsel kavramların sunumu sürecinde geçmiş deneyimlerinden yararlanarak açıklamaktadırlar. Geçmiş deneyimleri ile öğretim sürecinde edindikleri tecrübeleri karşılaştırarak; yeniden yapılandırdıkları kavramlara ilişkin olarak kavramsal değişim sürecinin “akla yatkinlik” boyutunda gerçekleştiğini vurgulamaktadırlar. Özellikle görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda; önceki deneyimlerinden farklı

olarak bilimsel kavramları akla yakın bulduklarını, sorgulayarak ve araştırarak anlamlı bir öğrenme gerçekleştirdiklerini ifade etmektedirler.

Bilişsel Yapı: Öğrenciler yeni kavramları “akla yakın” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde bilimsel teorilerin deneysel kanıtlarının önemine vurguda bulunarak ifade etmektedirler. Öğrencilerin etkinliklerde, derinleştirme etkinliklerinde ve problem çözme uygulamalarında kavramların deneysel kanıtlarına ilişkin olarak verdiği örnekler, kavramsal değişim sürecinin “akla yakınlık” boyutunda gerçekleştiğini destekler niteliktedir.

Doğa Ötesi: Öğrenciler yeni kavramları “akla yakın” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde nesne ve inanışların ontolojik (öğrenciler tarafından algılanma şekli) konularından yararlanarak vurgulamaktadırlar. Öğrenciler bu süreçte; kavramları düşünen, hareket edebilen ve istekleri olan varlıklar gibi betimlemişlerdir. Bu düşünüş şeklinin; öğrencilerin bilimsel kavramları “akla yakın” bulmasına yardımcı olduğu ve kavramsal değişim sürecinin gerçekleşmesine olumlu katkıda bulunduğu söylenebilir.

Akla Yakın Benzetmeler: Öğrenciler yeni kavramları “akla yakın” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde benzetmelerden yararlanarak vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri yanıtlar ve öğrenci kılavuzlarında yer alan ifadeleri incelendiğinde; öğrencilerin kavramların ortak yanlarının farkına vardıkları ve bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onayladıkları görülmektedir. Öğrencilerin bilimsel kavramları açıklamaya çalışırken kullandıkları benzetmeler, kavramsal değişim sürecinin “akla yakınlık” boyutunda gerçekleştiğini destekler niteliktedir.

Gerçek İşleyiş: Öğrenciler yeni kavramları “akla yakın” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde gerçeğe çok yakın açıklamalardan ve çizimlerden yararlanarak vurgulamaktadırlar. Bu açıklamalar ve çizimler küçük eksiklikler dâhilinde bilimsel açıklamaları içermektedir. Öğrencilerin kavram testlerinde, öğrenci kılavuzlarında ve problem çözme uygulamalarında yer alan ve bilimsel

gerçekler ile örtüşen açıklama ve çizimleri dikkate alındığında; kavramsal değişim sürecinin “akla yatkınlık” boyutunda gerçekleştiği söylenebilir.

Sonuç olarak; öğretim aşamasında etkin bir şekilde kullanılan derinleştirme etkinlikleri, anlam çözümlene tabloları ve problem çözme uygulamaları; içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin gerçekleşmesi sürecine destek sağlamaktadır. Kavramsal değişim sürecinde bilimsel kavramların “*akla yatkınlığının*”; laboratuvar deneyimleri, bilimsel bilgi ve kavramların deneysel kanıtları, nedensel işleyişe ilişkin açıklama ve çizimler, akla yatkın benzetmeler, doğa ötesi açıklamalar ve geçmiş deneyimler yardımı ile desteklendiği ve öğretim sürecinde kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

5.3.3 Kavramsal Değişim Durumlarının “Yararlılık” Kategorisine İlişkin Sonuçlar

Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için yeni kavramın *yararlı* olması gerekir. Yeni kavramın problemleri çözümedeki verimliliği öğrencinin eski bilgiyi terk etmesini çabuklaştıracaktır. Bir başka ifadeyle yeni kavramın işgörüsü olmalıdır [96]. Bu kapsamda; öğrencilerin kavramsal değişim sürecine yönelik olarak elde edilen sonuçlar, “*yararlılık*” kategorisinin “*güç*”, “*umut verici ifadeler*” ve “*rekabet*” alt kategorileri çerçevesinde sunulmuştur.

Güç: Öğrenciler yeni kavramları “yararlı” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde yeni kavramın geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu vurgulayarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin özellikle görüşme sorularına verdikleri yanıtlarda; günlük yaşamda karşılaştıkları olayları bilimsel kavramlardan yararlanarak yorumlayabildikleri ve kavramların uygulama alanlarına ilişkin çıkarımlarda bulunabildikleri görülmektedir. Öğrenme sürecinde yararlanan günlük yaşam ile ilgili etkinliklerin; öğrencilerin yeni kavramın uygulama alanlarına ilişkin bilgi sahibi olmasına yardımcı olduğu ve bu doğrultuda kavramsal değişimin “yararlılık” boyutunda gerçekleşmesine katkı sağladığı söylenebilir.

Rekabet: Öğrenciler yeni kavramları “yararlı” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde farklı kavramları birbirleri ile karşılaştırarak vurgulamışlardır. Kavram testlerinde, görüşmelerde ve öğrenci kılavuzunda yer alan açıklamalar dikkate alındığında; öğrencilerin kavramları “problem çözme sürecindeki etkinliği” boyutunda karşılaştırdıkları görülmektedir. Öğrencilerin derinleştirme etkinliklerinde, anlam çözümleme tablolarında ve problem çözme uygulamalarında; diğer kavramlara göre daha yararlı olduğunu düşündükleri bilimsel kavramları etkin olarak kullanmaları, kavramsal değişimin “yararlılık” boyutunda gerçekleştiği düşüncesini desteklemektedir.

Umut Verici İfadeler: Öğrenciler yeni kavramları “yararlı” bulduklarını; bilimsel kavramların sunumu sürecinde kavrama ilişkin beklentilerini ve yeni kavram ile neler yapılabileceğini vurgulayarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin görüşmelerde ve yansıtıcı günlüklerde yer alan ifadeleri incelendiğinde; öğrenme sürecine olan ilgilerinin ve konuya ilişkin beklentilerinin üst düzeyde olduğu görülmektedir. Öğrenciler sorgulayarak, araştırarak ve deneyimlerini bir araya getirerek ulaştıkları kavramları bilginin yeniden yapılandırılması sürecinde etkin bir şekilde kullanmaktadır. Yapılandırdıkları bilgileri karşılaştıkları problemlere uygulayarak bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onaylayan öğrencilerin kavramsal değişimi “yararlılık” boyutunda gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Sonuç olarak bilimsel kavramların “*yararlılığının*” öğrenciler tarafından; yeni kavramın diğer kavramlar ile karşılaştırılması (rekabet), kavram ile neler yapılabileceğinin ve kavrama ilişkin beklentilerin sunulması (umut verici ifadeler) ve kavramın uygulama alanları hakkında bilgiler verilmesi (güç) biçiminde vurgulandığı görülmektedir.

Perales ve Nievas [156] çalışmalarında yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modelinin; aynalar konusundaki kavramsal değişim sürecini ve elde edilen bilimsel fikirlerin kalıcılığını olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Hubber [162] ise kavram yanlışlarını hedef alarak yapılandırmacı kurama dayalı bir öğretim tasarlamıştır. Öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamaların büyük bir bölümünün bilimsel olarak doğru açıklamalar olduğunu bulgulamıştır.

Sonuç olarak; kavramsal değişim durumlarının analizinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; öğrencilerin öğretim sürecine taşıdıkları mevcut kavramlar ile ilgili hoşnutsuzluk duydukları, gerçekleştirdikleri deney ve etkinlikler yardımıyla ulaştıkları yeni kavram ve açıklamaları “anlaşılır”, “akla yatkın” ve “yararlı” buldukları için olası yeni (bilimsel) kavramları içselleştirerek anlamlı ve kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdikleri söylenebilir.

5.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Alt Problem 4: 5E Öğretim Modeli öğretim sürecini nasıl etkilemiştir?

5E öğretim modelinin öğretim sürecini nasıl etkilediğini belirleyebilmek amacıyla; öğrenme çevresi değerlendirme anketinden, yapılandırılmış görüşmelerden (G), yansıtıcı günlüklerden (YG) ve kamera kayıtlarından yararlanılmıştır.

5.4.1 Yapılandırılmış Görüşmelerden (G) ve Yansıtıcı Günlüklerden (YG) Elde Edilen Sonuçlar

5E Öğretim modelinin uygulama sürecine yönelik olarak; yapılandırılmış görüşmelerden ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Öğrenciler;

- Öğrenme sürecinin dış dünyadan bilgi aktarımına dayalı olmadığını (G, YG),
- Farklı fikirlerin tartışıldığı ve sosyal etkileşimler sonucu bilginin yapılandırıldığı bir öğrenme sürecinin araştırma isteğine olumlu katkı sağladığını (G) [149],
- Öğrenme yöntemi ve bu doğrultuda laboratuvarında gerçekleştirilen etkinliklerin öğrenme sürecinin tümüne rehberlik ettiğini (G),
- Öğretim sürecinde uygulanan etkinliklerin konunun daha iyi kavranmasına ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığını (YG) [97],
- “Öğrencinin aktif olarak yer aldığı bir uygulama” olarak etkinliklere yer verilmesinin derse olan ilgi ve isteklerini olumlu yönde etkilediğini (G) [147, 149],

- Bilginin öğrenci tarafından öğrenim ortamına sunulan özel öğrenme görevleri (etkinlikler, deneyler, araştırmalar vb.) yardımıyla yapılandırılmasının anlamlı öğrenme sürecine katkı sağladığını (G),
- Yapılan etkinlikleri ilginç ve eğlenceli bulduklarını (G) [149],
- Öğretim modelinin diğer öğrencilerle bilgi alışverişinde bulunabilmesine ve deneyler yardımıyla bilginin doğruluğunun kontrol edilebilmesine yardımcı olduğunu (G),
- Bilginin yapılandırılması aşamasında öğrencilere yeterince zaman tanındığını ve bu durumun kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığını (G) [149],
- Gözlem, deney ve problem çözme etkinlikleri yardımıyla elde ettikleri verileri yorumlayarak bilgiyi oluşturabildiklerini (YG) [97],
- Verileri kullanarak elde ettikleri fikirlerden bir olay veya durum hakkında sonuca varabildiklerini (G) [149],
- Ulaştıkları bilgileri günlük yaşamla bağdaştırabildiklerini (YG) [147],
- Öğrenmenin sosyal bir süreç olduğunu ve öğrenme çevresinde öğretmen ve arkadaşları ile gerçekleştirdikleri etkileşimin bilginin yapılandırılması sürecine olumlu katkı sağladığını (YG, G) vurgulamışlardır [97].

Görüşmelere ve yansıtıcı günlüklere ilişkin sonuçlar değerlendirildiğinde; öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin olumlu düşüncelere sahip oldukları görülmektedir. Bilginin yapılandırılması sürecinde öğrencilerin etkin rol alması, deney ve etkinlikler yardımıyla kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesi, öğrencilerin dersin işleniş şekline ilişkin olumlu düşüncelere sahip olmalarının nedenleri arasındadır. Ezbere dayalı, bilgi aktarımının öğretmen tarafından gerçekleştirildiği ve öğrencinin pasif bir rol üstlendiği geleneksel fizik dersleri ile karşılaştırıldığında; öğrenciler öğrenme sürecinde 5E öğretim modelini tercih etmektedirler.

Konuya ilişkin olarak yapılan çalışmalarda ise 5E öğretim modelinin uygulandığı öğrenme ortamlarının; öğrencilerin üst seviye düşünme kabiliyetlerinin gelişmesine yardımcı olduğu ve öğrencinin derse yönelik ilgi ve tutumunu olumlu yönde desteklediği görülmektedir [97, 147, 149].

Boddy ve arkadaşları [97] tarafından 5E öğretim modelinin etkinliğine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaya ait sonuçlar incelendiğinde; öğrencilerin uygulanan etkinliklerin konunun daha iyi kavranmasına katkı sağladığını ve problem çözme etkinlikleri yardımıyla elde ettikleri verileri yorumlayarak bilgiyi yapılandırabildiklerini ifade ettikleri görülmüştür.

Cumo [147] tarafından 5E öğretim modeline yönelik olarak gerçekleştirilen araştırmada; öğrencilerin ulaştıkları bilgileri günlük yaşamla bağdaştırabildiklerini ve öğretim sürecinde etkinliklere yer verilmesinin derse olan ilgi ve isteklerini olumlu yönde etkilediğini vurguladıkları belirlenmiştir. Saunders ve Stringham [149] tarafından gerçekleştirilen araştırmada ise öğrenciler; verileri kullanarak elde ettikleri fikirlerden bir olay veya durum hakkında sonuca varabildiklerini, bilginin yapılandırılması aşamasında yeterince zamana sahip olduklarını ve bu durumun kalıcı bir öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak; öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin olarak literatürde yer alan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile araştırmada ulaşılan sonuçların örtüştüğü söylenebilir.

5.4.2 Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde; 5E öğretim modelinin uygulama sürecinin nasıl gerçekleştiği hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla uygulanan öğrenme çevresi değerlendirme anketinden elde edilen sonuçlara yer verilmektedir.

Öğretim sürecinin giriş aşamasına yönelik olarak;

- Gerçek hayatla ilişkili problemlere yer verildiği,
- Öğrencilerin bilgilerini ifade edebilmeleri maksadıyla sınıf tartışmalarının gerçekleştirildiği ve tartışma sürecinde öğrenci fikirlerine değer verildiği,
- Uygulamaların; öğrencileri sorgulamaya yönelttiği ve konuya odaklayarak motive olmalarına yardımcı olduğu sonuçları elde edilmiştir.

Keşfetme aşamasına ilişkin olarak öğrencilerin;

- Araştırma ve etkinliklerde aktif olarak yer aldıkları (YG, G),
- Sorgulama ve araştırma yeteneklerini kullandıkları,
- Öğretmen ve diğer öğrenciler ile etkileşim içinde oldukları,
- Bilgiyi yapılandırma sürecinde diğer öğrencilerin düşüncelerini dikkate aldıkları,
- Sorgulayıcı bir öğretim ortamında deneyimler oluşturduklarını ve deneyimlerden elde ettikleri düşünceler ile daha önce sahip oldukları fikirler arasında öğretmenin rehberliğinde bağlantı kurarak, konuya ilişkin temel kavramları kendi ifadeleri ile açıklamaya ve yeniden yapılandırmaya çalıştıkları sonuçları elde edilmiştir.

Açıklama aşamasına ilişkin olarak;

- Öğrencilerin ulaştıkları bilgileri öğretmen ve diğer öğrenciler ile paylaşabildikleri,
- Öğretmenin sorular sorarak ve yönlendirici açıklamalarda bulunarak öğrenme sürecine katkı sağladığı,
- Öğrencilerin deneyimlerini bir araya getirmelerinde, sonuçlarını açıklamalarında ve yeni kavramlar oluşturmalarında öğretmenin yardımcı olduğu sonuçları elde edilmiştir.

Derinleştirme aşamasına ilişkin olarak öğrencilerin;

- Ulaştıkları bilgileri problem çözme yaklaşımını kullanarak yeni olaylara ve problemlere uygulayabildikleri,
- Olaylar ile günlük yaşam arasında bağlantı kurabildikleri (YG),
- Grup içerisinde yer alan diğer öğrenciler ile etkileşim içinde oldukları,
- Olayları tartışarak fikir yürüttükleri ve yeni deneyimler kazandıkları,
- Yeniden yapılandırdıkları kavramları karşılaştıkları problemlere uygulayarak bilimsel kavramların farklı içeriklere genellenebilirliğini onayladıkları,
- Kavramların ortak yanlarının farkına varabildikleri sunucuna ulaşmıştır.

Değerlendirme aşamasına ilişkin olarak;

- Öğrencilerin öğretim sürecinde ulaştıkları bilgileri; problem çözme etkinliklerinde, anlam çözümleme tablolarında ve gerçek hayatla ilişkili olarak verilen ödevlerde kullandıkları (YG),
- Öğrencilere; yeteneklerini göstermeleri, öğrendikleri ifadeleri sunarak kendi anlama seviyelerini gösterebilmeleri için fırsatlar sunulduğu,
- Öğrencilerin konuları nasıl anladıklarına ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür yeni düşünceler oluşturduklarına odaklanıldığı,
- Gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarına (öğrenci kılavuzları, anlam çözümleme tabloları, etkinlikler vb.) yer verildiği (G) sonucuna ulaşılmıştır.

Görüldüğü gibi; değerlendirme anketinden elde edilen sonuçların bir bölümü yansıtıcı günlüklerden (YG) ve görüşmelerden (G) elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda; öğrencilerin 5E öğretim modelinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında fizik derslerine ve fizik öğrenimine yönelik olumlu tutumlar geliştirdikleri söylenebilir.

Newby [101], Koç [105], Evans [145] ve Sökmen [146] tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda ise 5E öğretim modelinin uygulandığı öğrenme ortamlarında;

- Öğrencilerin derse aktif olarak katıldıkları, sorumluluk üstlendikleri ve zevk aldıkları,
- Öğrencilerin kendilerini daha rahat hissettiği deneysel etkinliklere yer verilmesi durumunda öğrenci başarısının yükseldiği,
- Öğretmenin rehber ve destekleyici rolünün öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığı,
- Öğrencinin kavramları günlük hayatla ilişkilendirerek bilgiyi elde ettiği,
- Anlamli öğrenmenin gerçekleştiği ve eğitimin zevkli bir uğraş haline geldiği vurgulanmıştır. Öğretim modelinin uygulama sürecine ilişkin olarak; literatürde yer alan çalışmalardan elde edilen sonuçların, araştırmadan elde edilen sonuçları desteklediği görülmektedir.

5.4.3 Kamera Kayıtlarından Elde Edilen Sonuçlar

5E Öğretim modelinin uygulama sürecine yönelik olarak; kamera kayıtlarının incelenmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Öğretmenin bu süreçte;

- Konuya ilişkin günlük hayatla ilgili problemler sunarak ilgi ve merak uyandırdığı [101, 106],
- Öğrencilerin konuya ilişkin bilgilerini ortaya çıkarabilecek sorgulayıcı sorular sorduğu ve bu doğrultuda etkinlikler planladığı [98, 101],
- Öğrencileri sorgulamaya ve öğrenmeye odakladığı,
- Öğrencilere farklı materyaller sunarak öğrenmeye teşvik ettiği [106],
- Bir danışman rolü üstlenerek, öğrencilere öğretim süresince yeterince zaman tanıdığı [98, 101].
- Öğrenciler etkileşim içindeyken, öğrencileri birlikte çalışmaya teşvik ettiği [107],
- Öğrencileri daha önceki deneyimlerini ve kavramları temel alarak açıklama yapmaları doğrultusunda cesaretlendirdiği [98],
- Öğrencilerin açıklama ve çözümlerine açıklık getirdiği ve gerekirse yeni kavramlar ile desteklediği,
- Öğrencilerin kendi kavram ve açıklamalarını kendi kelimeleri ile izah etmelerine izin verdiği [107],
- Öğrencilere var olan gözlem ve kanıtları referans vererek sorular sorduğu [101, 106],
- Öğrencileri kavramları yeni durumlara uygulamaları için teşvik ettiği [106],
- Öğrencileri alternatif açıklamalar yapmaları konusunda uyardığı,
- Yeni kavramları ve becerileri uygularken öğrencileri gözlemlediği [101, 107],
- Öğrencilere yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgili sorular yönelttiği,

- Öğrencilerin bilgi ve becerilerini değerlendirdiği [107] sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin ise 5E öğretim modelinin uygulama sürecinde;

- Konuya ilgilerini toplayarak sorular sordukları [101, 107].
- Arkadaşları ile etkileşime girdikleri [106],
- Konuya ilişkin fikirlerini açıklayarak, sorgulamaya ve öğrenmeye odaklandıkları,
 - Etkinliklerin sınırları içinde özgürce düşündükleri,
 - Farklı etkinliklerde yer alarak gözlem ve düşüncelerini kaydettikleri [98, 106],
 - Tahmin ve hipotezleri test ederek, yeni tahmin ve hipotezler oluşturdukları,
 - Diğer öğrencilerin söylediği açıklamaları eleştirel bir şekilde dinleyerek onları teşvik ettikleri [98, 101],
 - Deneyimlerini ve kavramlarını temel alarak açıklama yaptıkları [101, 106],
 - Kanıtlardan yararlanarak akılcı sonuçlara ulaştıkları [107],
 - Öğretmen tarafından yapılan açıklamaları anlamaya çalıştıkları [107],
 - Gözlemleri ve anlatımları kayıtlar şeklinde tuttukları [106, 107],
 - Önceki bilgileri; çözümler önermek ve karar vermek için kullandıkları,
 - Ulaştığı çözüm ve cevapları diğer arkadaşlarına açıkladıkları ve arkadaşları ile ulaştıkları sonuçların kontrolünü yaptıkları [101],
 - Yeni nitelendirmeleri, tanımlamaları, açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uyguladıkları [106, 107],
 - Alternatif açıklamalar yaptıkları,
 - Her zaman gözlemleri ve kanıtları kullanarak, açık uçlu sorulara cevap vermeye çalıştıkları [98, 101],
 - Yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına ilişkin çıkarımlarda buldukları,
 - Yeni edindikleri bilgi, yetenek ve becerilerini değerlendirdikleri,

- Daha önce kabul edilmiş açıklamaları kullanarak ulaşılmış oldukları bilgi ve becerileri sunmaya çalıştıkları [101, 107],
- Gelecekteki sorgulamalar için yerinde sorular sordukları [98, 106],
- Değerlendirme araçlarına (etkinlikler, anlam çözümlene tabloları, alıştırmalar, öğrenci kılavuzları vb.) katılım gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen ve öğrenci davranışlarına ilişkin olarak literatürde yer alan çalışmalardan elde edilen sonuçların, araştırmada ulaşılan sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Newby [101] tarafından gerçekleştirilen çalışmada 5E öğretim modelini uygulayan öğretmenlerin; konuya ilişkin günlük hayatla ilgili problemler sunarak ilgi ve merak uyandırdığı, yeni kavramları ve becerileri uygularken öğrencileri gözlemediği ve öğrencilere öğretim süresince yeterince zaman tanıdığı vurgulanmıştır.

Trowbridge ve arkadaşları [98] yaptıkları çalışmada öğrencilerin 5E öğretim modeline dayalı öğretim ortamlarında; farklı etkinliklerde yer alarak gözlem ve düşüncelerini kaydettiklerini, gözlemleri ve kanıtları kullanarak açık uçlu sorulara cevap vermeye çalıştıklarını ve gelecekteki sorgulamalar için yerinde sorular sorduklarını bulgulamışlardır. Arends [106] ve Windschitl [107] tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda ise öğrencilerin arkadaşları ile etkileşime girdikleri, gözlemleri ve anlatımları kayıtlar şeklinde tuttıkları ve yeni nitelendirmeleri, tanımlamaları, açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uyguladıkları görülmüştür.

Sonuç olarak; öğretmen ve öğrencilerin 5E öğretim modelinin uygulanması sürecinde kendilerinden beklenen davranışları büyük ölçüde gerçekleştirdikleri ve öğretim modelinin uygulama (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, açıklama) sürecine ilişkin yeterliliklerinin üst seviyede olduğu söylenebilir. Yapılandırmacı kurama dayalı 5E öğretim modelinin; “öğretim sürecinde öğretmen ve öğrencilere etkili bir rehberlik sağladığı” düşünülmektedir.

6. ÖNERİLER

Öneriler, çalışmada elde edilen sonuçlardan hareketle; “Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Öneriler”, “Öğretim Sürecinin Yapılandırılmasına İlişkin Öneriler” ve “Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler” olmak üzere üç başlık altında sınıflandırılarak sunulmuştur.

6.1 Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Bu bölümde, öğrencilerin görüntünün oluşum süreci ve görüntü özelliklerine ilişkin olarak öğretim ortamına taşıdıkları kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik önerilere yer verilmiştir.

- Düzlem aynalarda görüntünün oluşumu sürecinde öğrencilerin; cisimden çıkan ışınların tek bir doğrultuda yayıldığını düşündükleri belirlenmiştir. Bu tür kavram yanlışlarının giderilebilmesi için; görüntü oluşumu sürecinde farklı doğrultularda ilerleyen en az iki ışından yararlanılmalı, düzlem aynada görüntü oluşumu sürecine ilişkin bilgisayar simülasyonlarına ve problem çözme uygulamalarına öğretim sürecinde ağırlık verilmelidir.

- Araştırmada bir grup öğrencinin sanal görüntüyü düzlem aynalarda oluşan görüntüler ile sınırladığı belirlenmiştir. Bu öğrencilere, çukur ve tümsek aynalarda da sanal görüntünün oluştuğu; deneyler, derinleştirme aktiviteleri (EK – G), anlam çözümleme tabloları ve problem çözme uygulamaları yardımıyla kavratılmalıdır.

- Görüntü çizimleri sırasında öğrenciler bazen tek bir ışınla da görüntüyü oluşturma yoluna gitmişlerdir. Öğretmenler tarafından; “görüntünün yerinin belirlenmesi sürecinde tek bir ışının yeterli olmayacağı, aynadan yansıyan birden fazla ışının (en az iki) kendisinin veya uzantısının kesişmesi ile görüntünün oluşabileceği” çok iyi vurgulanmalıdır [155]. Öğrencilerin görüntü oluşumuna ilişkin bilimsel düşüncelere sahip olmasını sağlamak amacıyla; etkinliklerden, aktivitelerden, interaktif bilgisayar programlarından ve kısa videolardan yararlanılmalıdır.

- Öğrencilerin “görüntünün sadece özel ışınlar yardımıyla oluştuğu” şeklindeki düşüncelerinden vazgeçmelerini sağlamak amacıyla; ışınların yansımaları sürecinde “normal” kavramı üzerinde durulmalıdır. Normal kavramının yansımaya olayındaki etkinliğinin anlaşılabilmesi amacıyla; farklı ışınların “normal” yardımıyla yansımalarına yönelik etkinliklere, bilgisayar simülasyonlarına ve problem çözme uygulamalarına öğretim sürecinde yer verilmelidir.

- Öğrenciler; sanal görüntünün cisim ile farklı özelliklere sahip olması nedeniyle sanal olarak isimlendirildiğini ve sanal görüntünün hayal gibi (aslında olmayan) bir görüntü olduğunu vurgulamışlardır. Gerçek görüntüyü ise cisim ile benzer özellikler gösteren görüntü türü olarak ifade etmişlerdir. Bu tür tanımlamaların nedeni; öğrencilerin “sanal” ve “gerçek” kavramlarına günlük dildeki kullanımın etkisiyle farklı anlamlar yüklemeleridir. Öğretmenlerin öğretim sürecinde “sanal” kavramı yerine “zahiri” veya “görünen” kavramını kullanarak bu yanlışları ortadan kaldıracabilecekleri düşünülmektedir.

- Araştırmada öğrencilerin bir bölümü “*cismin görüntüsünün aynaya baktığımızda oluştuğunu, bakmadığımızda ise oluşmadığını*” vurgulamışlardır. Çalışmada, cisimlerin aynalardaki görüntüleri iki farklı durum (öğrencilerin aynaya baktığı ve bakmadığı) için kamera yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Kayıtlar incelendiğinde; her iki durum için de cisimlerin görüntüsünün aynalarda oluştuğu belirlenmiştir. Bu şekilde; “*gözlemcinin aynaya bakıyor olması ile görüntünün oluşumu arasında bir ilişki olmadığı*” düşüncesi desteklenmiş ve öğrencilerin büyük çoğunluğunun kavram yanlışlarını terk etmesi sağlanmıştır. Bu basit etkinlik; öğrencilerin görüntü oluşum sürecini doğru anlamlandırabilmelerine destek olacaktır.

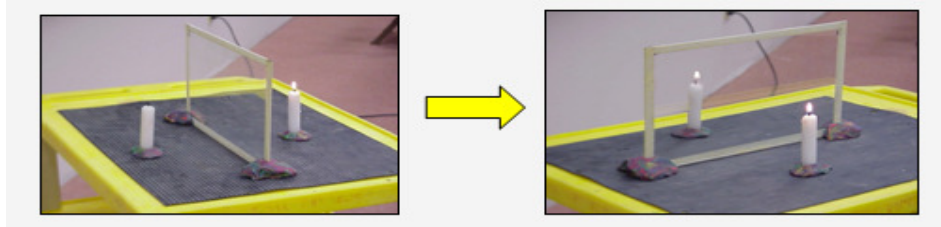
- Çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarının “görüntünün türü (sanal, gerçek)” ve “görüntünün özellikleri (konumu, boyu, aynaya uzaklığı)” konularında yoğunlaştığı görülmüştür. Bu konularda kavramsal değişimin sağlanabilmesi için öğretmenler tarafından “gerçek durumlara dayalı”, “araştırma ve sorgulamaya imkân veren” etkinlikler tasarlanmalıdır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve düzlem aynada oluşan görüntünün sahip olduğu özelliklerin öğrenciler tarafından doğru anlamlandırılabilmesi sürecinde etkili bir biçimde kullanılan iki farklı etkinliğe bu aşamada yer verilmiştir.

Etkinlik 3: Görüntü Nerede? (Düzlem ayna, demir çubuklar, cetvel)



Görüntünün yerini belirlemeye yönelik olarak iki demir çubuk yardımıyla oldukça düşük maliyetli basit bir deney tasarlanabilir. Öğrencilerden; “düzlem aynanın önüne yerleştirilen çubuğun aynadaki görüntüsü” ile “ikinci bir demir çubuğu” karşılaştırmaları istenir. Görüntü ile ikinci demir çubuk üst üste geldiğinde “görüntünün aynanın arkasında olduğu (görünen) ve cisim ile görüntünün aynaya eşit uzaklıkta olduğu” ispatlanmış olur.

Gösteri Etkinliği: Görüntünün Yeri (Cam levha, mum, cetvel)



Düzlem aynada görüntünün aynanın arkasında olduğu düşüncesi bir cam levha sayesinde gösterilebilir. Kısmen karanlık bir odada cam levha önüne koyulan mumun görüntüsü aynanın hemen arkasında ve mumun aynaya uzaklığına eş değer uzaklıkta görülebilir [157]. Bu uygulama öğretmenler tarafından; düzlem aynada görüntü özelliklerinin (görüntünün yeri, boyu, aynaya uzaklığı) ve görüntünün türünün (görünen) doğru anlamlandırılabilmesi sürecinde etkin olarak kullanılabilir.

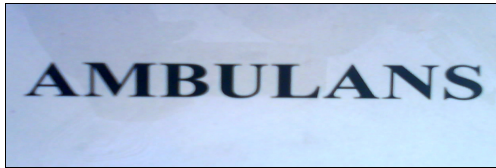
- Araştırma sürecinde öğrencilerin bir bölümü düzlem aynalarda oluşan görüntülerde sağ – sol değişimi olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrenciler; kendilerini aynadaki görüntünün yerine koyarak yanıt vermekte ve düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimlerin insanların görüntülerinde gerçekleşen değişimler ile sınırlı olduğunu düşünmektedirler. Bu nedenle öğretim sürecinde; gözlemcinin görüntünün yerine kendisini koyarak yanıt vereceği “insan odaklı etkinlikler” tercih

edilmemelidir. Gözlemcinin aynada oluşan görüntüyü aynanın dışından gözlemlemesine fırsat sağlayan etkinlikler (etkinlik 4 ve 9); öğrencilerin düzlem aynalarda oluşan görüntülerde gerçekleşen değişimleri (ön-arka) doğru bir şekilde anlamlandırabilmelerine yardımcı olacaktır.

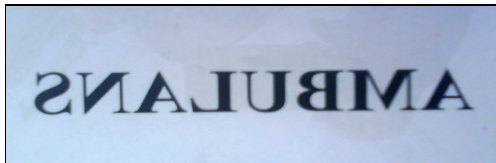
- Şen [157] çalışmasında; “düzlem aynada sağ-sol değişiminin olmadığı, tersine ön-arka değişimi olduğu” düşüncesinin, simetrik olmayan cisimlerle (mesela kiremit veya zar) kısmen simetrik olmayan bir insana göre daha kolay anlatabileceğini vurgulamıştır. Yürümezoğlu ve Sözeri [201] ise araştırmalarında; düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimin (ön – arka) doğru bir şekilde anlamlandırılabilmesi için cisim ve görüntü arasındaki simetri olma durumunun daha belirgin olarak gözlemlenebilmesine yardımcı olan düşük maliyetli ve eğlenceli etkinliklerin (etkinlik 9) öğretim ortamına taşınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğretmenler tarafından ön – arka değişimine yönelik olarak planlanacak etkinliklerde bu düşünceler dikkate alınmalıdır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve ön-arka değişiminin öğrenciler tarafından anlamlandırılabilmesi sürecinde etkili bir biçimde kullanılan etkinlik 9’a bu aşamada yer verilmiştir.

Etkinlik 9: Ambulans (Asetat kâğıdı, kalem, ayna)

Bu etkinlik; düzlem aynalarda görüntüde gerçekleşen değişimin (ön-arka değişimi) öğrenciler tarafından kavranabilmesine yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş ve öğretim sürecinde etkin olarak kullanılmıştır. Öğrencilerden öncelikle asetat kâğıtlarına “ambulans” yazmaları istenmiştir (şekil 6.1). Daha sonra öğrenciler asetatların arka yüzünü çevirmişler ve burada karşılaştıkları yazı (şekil 6.2) ile ambulans aracının önünde yer alan yazıyı (şekil 6.3) karşılaştırmışlardır.



Şekil 6.1 Asetat Kağıdı (Ön Yüz)



Şekil 6.2 Asetat Kağıdı (Arka Yüz)



Şekil 6.3 Ambulans Aracı

Bir sonraki aşamada öğrencilerden; asetatin arkasında yer alan yazının aynada oluşan görüntüsünü incelemeleri istenmiştir. Görüntüler incelendiğinde; asetatin arka yüzünde yer alan yazının aynada oluşan görüntüsünün (şekil 6.4), asetatin ön yüzünde yer alan yazı ile (şekil 6.1) aynı olduğu görülmüştür.



Şekil 6.4 Asetatin Arka Yüzünde Yer Alan Yazının Aynadaki Görüntüsü



Şekil 6.1 Asetat Kağıdı (Ön Yüz)

Öğrenciler bu süreçte düzlem aynalarda oluşan görüntülerde “ön - arka” değişiminin gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

- Aynalarda görüntülerin elde edilmesi sürecinde kullanılan “odak noktası”, “merkez” gibi kavramların “yansıyan ışınların yöneliminden dolayı var olduğu” öğretim sürecinde vurgulanmalıdır [155]. Öğrencilerin bu kavramları doğru anlamlandırabilmesi için küresel aynalarda yansıma olayının nasıl gerçekleştiğine ilişkin deney ve etkinlikler tasarlanmalı, öğretim sürecinde bilgisayar simülasyonlarına yer verilmelidir.

6.2 Öğretim Sürecinin Yapılandırılmasına İlişkin Öneriler

Bu bölümde, öğretim sürecinin yapılandırılmasına ilişkin önerilere yer verilmiştir. Öneriler ağırlıklı olarak; öğretim modelinin seçimi, kavramsal değişim süreci, öğrenme ortamında kullanılan stratejiler, veri toplama araçları ve değerlendirme süreci konuları ile ilişkilidir.

- Öğretim sürecinin planlanmasından önce öğrencilerin mevcut bilgi yapıları belirlenmeli ve bu yapıların doğruluğu ya da yanlışlığı konusunda yargıda bulunulmadan, öğrencilerin bu yapıları hangi bağlamda kurduğunu ve dayanaklarını nasıl oluşturduğunu sorgulanmalı ve araştırılmalıdır [52]. Elde edilen sorgulama ve araştırma sonuçları ile konunun amaçları ve öğrencilerin elde etmesi beklenen kazanımlar doğrultusunda, anlamlı öğrenme sürecine katkı sağlayacak bir kavramsal

değişim stratejisi belirlenmelidir. Kavramsal değişim stratejisinin; “bireyi sorgulamaya ve zihinsel süreç becerileri yardımıyla bilgiyi yapılandırmaya teşvik etmesi”, “öğrencilerin düşünce ve davranışlarındaki değişim sürecinin incelenmesine fırsat vermesi” ve “öğrenme hedefinin gerçekleşmesi sürecinde öğretmen ve öğrencilere etkili bir rehberlik sağlaması” öğretim programının tasarlanması sürecinde dikkate alınması gereken önemli ve vazgeçilmez hususlardır.

- Öğretmenler; bilgi aktarımına dayalı ve öğrencinin pasif bir rol üstlendiği “*geleneksel öğretim yöntemleri*” yerine, bilginin öğrenciler tarafından kazanılan deneyimler yardımı ile yapılandırıldığı ve kavramsal değişimin gerçekleştirilmesi sürecinde öğretmen ve öğrencilere etkili bir rehberlik sağlayan “*yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modellerini*” tercih etmelidirler. Öğretim sürecinde özel öğrenme görevlerinin (problem çözme uygulamaları, deneyler, derinleştirme etkinlikleri vb.) oluşturulmasına ve bilişsel anlamda sosyal bir etkileşime imkân sağlayan yapılandırmacı öğrenme ortamları, öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumunu olumlu anlamda etkileyecektir.

- 5E öğretim modeli; öğrenme ortamının yapılandırılması sürecinde öğretmen için yardımcı ve düzenleyici bir model olarak ön plana çıkmaktadır. Deneyime dayalı öğrenmeyi teşvik eden, öğrencilerin araştırma merakını artıran, bilginin öğrenci tarafından yapılandırılabilmesine ve içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin sağlanabilmesine imkân veren 5E öğretim modelinin fizik öğretimi sürecinde kullanılmasının; öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

- Bilginin yapılandırılması sürecinin öğrenciler tarafından yürütülmesine fırsat verilmelidir. Öğrenenler; sorgulayan ve araştırmaya odaklanan bireyler olarak öğrenme ortamında sorumluluk almalı ve bu bağlamda öğrenme etkinliklerini yönlendirebilmelidir. Böylelikle öğrenenlerin planlamadan uygulamaya ve uygulamadan değerlendirmeye kadar sürecin tüm boyutlarına sahip çıkarak etkin ve özerk öğrenenler olmaları sağlanabilir. Öğretmen ise bu süreçte; bilimsel kavramlara ilişkin deneyimler elde edebilmeleri için öğrencilere yeterince zaman tanımalı ve grup çalışmalarına yönlendirici ve rehber olarak destek sağlamalıdır [52].

- Öğretim aşamasında öğretmenler;
 - Bireylerin konuya ilişkin daha önceki bilgilerinin elde edilebilmesine ve bu doğrultuda bireyin düşüncelerine karşıt öğrenme deneyimlerinin sunulmasına fırsat sağlayan,
 - Öğrenen bireyi bilgi kaynaklarına ulaşma sürecinde yardımcı doküman ve materyallerle destekleyebilen,
 - Öğrencilerin etkileşimine ve katılımına imkân veren,
 - Öğrencilerin üst düzey bilişsel etkinlikleri (belirlemek, karşılaştırmak, sınıflamak, çözümlmek, oluşturmak vb.) kullanmasını gerektiren günlük yaşama ilişkin görevlerin yer aldığı bir öğrenme çevresi tasarlamalıdır. Bu süreçte; etkinlik ve deneylerin, anlam çözümlme tablolarının, benzetmelerin, derinleştirme aktivitelerinin ve problem çözme uygulamalarının öğrenme ortamına taşınması, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırabilmesine ve bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirerek doğru anlamlandırabilmesine katkı sağlayacaktır.

- Öğretmen tarafından, öğrenme sürecini etkin bir biçimde takip edebilmek amacıyla; öğrencinin öğretim sürecindeki rollerini ayrıntılı bir biçimde yansıtan ve kavramsal değişim sürecine rehberlik eden bir öğrenme planı oluşturulmalıdır. Öğrenme planında; dersin hedeflerine, öğrenme materyalleri hakkında bilgilere ve öğretim modelinin tüm aşamalarına ilişkin kapsamlı açıklamalara yer verilmelidir. Öğretim sürecinde hangi faaliyetlerin ne amaçla gerçekleştirileceği ve öğretim aşamaları arası geçişte hangi noktalara dikkat edilmesi gerektiği planın içeriğinde yer alması gereken diğer önemli hususlardır.

- Yapılandırmacı öğretim planlarının oluşturulması aşamasında; öğrenenlerin ilgi, ihtiyaç, istek ve yetenekleri dikkate alınmalıdır. Öğrenenlerin sürece ilişkin beklentilerinin karşılanması; öğrencilerin öğrenme sürecini sahiplenmelerine, sorumluluk almalarına ve güdülenmelerine yardımcı olacaktır. Süreç tasarımı içerisinde öğretmen ve öğrencilerin aktif olarak yer alması; bilişsel, sosyal ve duyuşsal açıdan istenen kazanımların elde edilebilmesine katkıda bulunacaktır [52].

- Öğretmenler tarafından; öğrenenlerin kendi bilgilerini yapılandırmalarına yardımcı olmak ve öğrencilere anlamlı öğrenme sürecinde etkili bir rehberlik sağlayabilmek amacıyla öğrenci kılavuzları (EK – G) oluşturulmalıdır. Öğrenci kılavuzları; öğretmenlerin öğrencilerin konuları nasıl anladıklarını ve önceki

düşüncelerinden farklı ne tür düşünceler oluşturduklarını belirleyebilmelerine yardımcı olmalı ve bu bağlamda kavramsal değişim sürecinin yapılandırılmasında etkin bir rol oynamalıdır. Kılavuzların içeriğinde; öğrencilerin nasıl düşündüklerini yansıtmaya yönelik “etkinliklere”, “derinleştirme aktivitelerine”, “anlam çözümleme tablolarına”, “problem çözme uygulamalarına” ve “yansıtıcı günlüklere” yer verilmelidir.

- Öğrencilerin kavramları nasıl yapılandıklarını belirleyebilmek amacıyla; kavramların özelliklerini ve bu özelliklere ilişkin öğrenci düşüncelerini yansıtan anlam çözümleme tablolarının (EK – G) geliştirilmesi gerekmektedir. Anlam çözümleme tabloları; kavramsal anlayışın yeni durumlara uygulanabilmesine yardımcı olmalı ve bu bağlamda öğretimin etkinlik derecesinin belirlenebilmesi sürecine katkıda bulunmalıdır. Anlam çözümleme tablolarına öğrencilerin verdikleri yanıtların; konunun amaçları ve öğrencilerin kazanması beklenen kazanımlar doğrultusunda değerlendirilmesi, öğretmenlere kavramsal değişim sürecine ilişkin anlamlı veriler sağlayacaktır.

- Öğretim sürecinde; öğrencilerin bilimsel kavramları doğru anlayıp anlamadıklarını, öğrendiklerini yeni durumlara uygulayıp uygulamadıkları belirleyebilmek amacıyla derinleştirme etkinliklerine (EK – G) yer verilmelidir. Bu süreçte tasarlanan aktiviteler; öğrencilerin ulaştıkları bilgileri yeni olaylara ve problemlere uygulayabilmelerine imkân sağlamalı ve bu bağlamda öğrencilerin öğrenme durumlarını yansıtabilmelerine yardımcı olmalıdır.

- Değerlendirme; öğretimin her aşamasında devam eden, bireyin performansına ve sorun çözme becerilerine odaklanan bir süreç olarak tasarlanmalıdır. Bu süreçte; öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimleri, anlama düzeyleri, kavramsal değişim sürecindeki yeterlilikleri, sorun çözme becerileri ve yeni (bilimsel) kavramlara olan uyumları değerlendirilmelidir. Öğrenenin, bilginin yapılandırılması aşamasında göstermiş olduğu gelişimi takip edebilmek amacıyla; “anket ve günlüklerden”, “laboratuvar uygulamalarından”, “kamera kayıtlarından”, “derinleştirme aktivitelerinden”, “anlam çözümleme tablolarından”, “öğrenci kılavuzlarından”, “görüşme verilerinden” ve “problem çözme uygulamalarından” etkin bir biçimde yararlanılmalıdır.

- Öğretim sürecinin değerlendirilmesi aşamasında kamera kayıtlarından yararlanılmalıdır. Kamera kayıtları; öğretim modelinin uygulanması sürecinde öğretmen ve öğrencilerden beklenen davranışların ölçülmesinde etkin olarak kullanılabilir. Öğrencilerin bilginin yapılandırılması sürecine yönelik olarak grup çalışmalarında göstermiş oldukları davranışların ve bu bağlamda yeni (bilimsel) kavramlara ilişkin olarak öğretmen ve arkadaşlarına yapmış oldukları açıklamaların kamera kayıtları yardımıyla değerlendirilmesi; öğrencilerin öğretim sürecine ilişkin kazanımlarının bilişsel, sosyal ve duyuşsal boyutunun belirlenebilmesine katkıda bulunacaktır.

- Öğrencilerin öğretim modeline yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla yansıtıcı günlüklerden (EK – E) ve öğrenme çevresi değerlendirme anketlerinden (EK – D) yararlanılmalıdır. Öğretim sürecinde kullanılan yansıtıcı günlükler ve anketler; dersin işlenişi ve bu süreçte gerçekleştiren etkinliklere ilişkin öğrenci düşüncelerinin elde edilebilmesine imkân vermeli, öğrencilerin öğretim sürecine yönelik beklentilerinin belirlenebilmesine yardımcı olmalı, öğretmenlere öğrenme çevresinin tasarlanması sürecine yönelik geri bildirimler sağlamalıdır.

- Öğretmenler öğrenme ortamı olarak sınıf yerine laboratuvarları tercih etmelidirler. Laboratuvar ortamında; ilgi çekici ve günlük yaşama ilişkin problemlere yer verilmeli, öğrencilerin öğretim sürecinde elde ettikleri bilgileri günlük yaşamla bağdaştırabilmeleri sağlanmalıdır. Öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç becerilerinin gelişimine fırsat veren ve bu bağlamda özel öğrenme görevleri (etkinlikler, deneyler, alıştırmalar, grup çalışmaları vb.) ile desteklenen laboratuvarlar öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumlarını olumlu yönde etkileyecektir.

- Yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme çevrelerinin tasarlanabilmesi için; okulların yeterli alt yapı, teknik donanım, doküman ve materyale sahip olması gerekmektedir. Bu süreçte; okulun mevcut olanakları yapılandırmacı bir bakış açısıyla gözden geçirilmeli, fiziksel çevre koşulları iyileştirilmeli ve bu bağlamda farklı öğrenme görevlerinin yerine getirilmesine katkı sağlayacak öğrenme ortamları (laboratuvar, bilgisayar dershanesi vb.) oluşturulmalıdır. Milli Eğitim Bakanlığı, İl ve İlçe Milli Eğitim Müdürlükleri ve okul yönetimleri; öğrenme ortamlarının yapılandırmacı anlamda kullanılabilmesi için gerekli olan eğitim olanaklarının (teknolojik alt yapı, doküman, eğitim yardımcı malzemeleri vb.) sağlanması sürecinde etkin görevler üstlenmelidir.

6.3 Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Bu bölümde; çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, yapılabilecek araştırmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

- Öğretim programının tasarlanması sürecinde; öğrenme çevresinin niteliklerinin belirlenmesi, öğrenci ve öğretmenin bu aşamadaki rollerinin tanımlanması ve bu doğrultuda kavramsal değişimin gerçekleşebileceği bir sınıf ortamının düzenlenmesi öncelikli olarak ele alınmalıdır. Öğrencilerin kavramsal değişim sürecinde farklı fikirlerin de ayrımına varabilmeleri için sorgulayıcı bir tartışma ortamı oluşturulmalı, anlamlı öğrenme aşamasında öğrencilerin etkileşimine imkân verilmelidir.

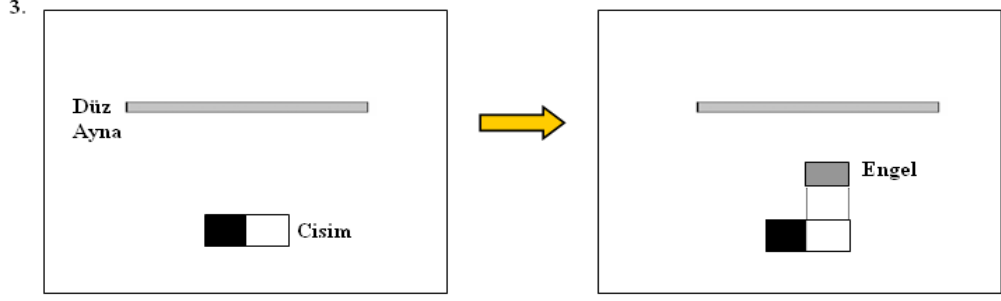
- Araştırmacılar tarafından tasarlanan öğrenme ortamları;
 - Öğrencilerin araştırma ve etkinliklerde aktif olarak yer alabilmelerine,
 - Konuya ilişkin fikirlerini açıklayarak, sorgulama ve araştırma yeteneklerini kullanabilmelerine,
 - Deneyimlerinden elde ettikleri düşünceler ile daha önce sahip oldukları fikirler arasında öğretmenin rehberliğinde bağlantı kurabilmelerine,
 - Zihinsel süreç becerileri yardımıyla bilgiyi yapılandırabilmelerine ve yapılandıkları kavramları günlük yaşamla bağdaştırabilmelerine,
 - Yeni nitelendirmeleri, tanımlamaları, açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uygulayabilmelerine fırsat sağlamalıdır.

- Öğrenme sürecinde öğrenenin etkin olması ve amaçlı davranması gerekir. Bu nedenle öğrenme ortamına, bireyi sorgulamaya ve zihinsel süreç becerileri yardımıyla bilgiyi yapılandırmaya teşvik edecek öğrenme görevleri sunulmalıdır. Bu görevler (etkinlik, deney, problem çözüme uygulamaları, grup çalışmaları vb.); bireyin mevcut bilişsel yapısında kavramsal çatışma yaratmalı ve bu bağlamda zihinsel dengeyi yeniden kurulmasına yardımcı olmalıdır.

- Öğrenme çevresinin yapılandırılması sürecinde; öğrencilerin konuya ilişkin bilgi yapıları ile konunun hedefleri dikkate alınmalı ve bu bağlamda kavramsal değişim sürecine katkı sağlayacak etkinlikler oluşturulmalıdır. Bu süreçte karşılaşılan zorlukların başında; öğretim ortamında etkin ve verimli olarak kullanılacak malzemelerin yetersiz oluşu gelmektedir. Bu aşamada yalnızca uygulama yapılan okulun laboratuvar imkânları ile sınırlı kalınmamalı, ekonomik

olan ve kolaylıkla temin edilebilen materyaller yardımıyla öğrenme sürecine katkı sağlayacak etkinlikler (EK – G) tasarlanmalıdır.

- Çalışmadan elde edilen sonuçlar; öğrencilerin aynalar konusuna ilişkin kavram yanılgılarına sahip olduğunu, 5E öğretim modelinin kullanıldığı öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimi gerçekleştirdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar tarafından; yapılandırmacı kurama dayalı öğretim modelleri çerçevesinde, kavramsal değişim sürecine yönelik olarak gerçekleştirilecek farklı çalışmaların fizik öğretimine olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.



Düz aynanın önünde bir cisim yer almaktadır. Bu cismin önüne bir engel getirilmesi durumunda, cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne söyleyebiliriz? Yanıtlarınızın nedenlerini kısaca açıklayınız.

4. Hangi ayna?

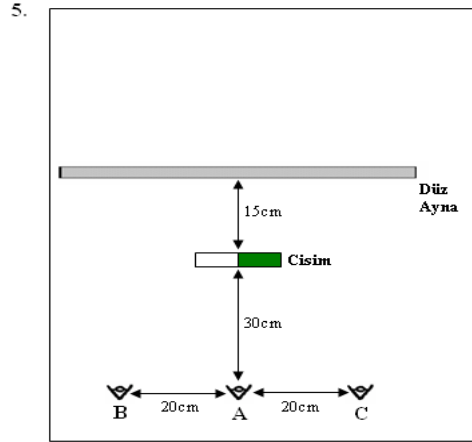
Lütfen karikatürü dikkatlice inceleyiniz!



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?

Profesör Çokbilmiş arabasına ne tür bir ayna takmalıydı? Yanıtınızın nedenini açıklayınız.



— Aynaya bakan gözlemcinin; A, B ve C konumlarında olması durumunda cismin aynadaki görüntüsü hakkında ne söyleyebiliriz? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Lütfen cevaplarınızın nedenlerini kısaca açıklayınız.



— Yandaki şekilde, Buket'in düz aynadaki görüntüsü verilmiştir. Görüntünün özellikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

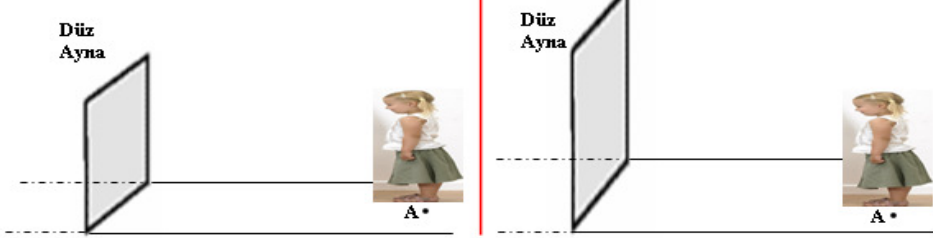
.....

— Buket'in görüntüsü nerede oluşur? Lütfen yanıtınızı şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

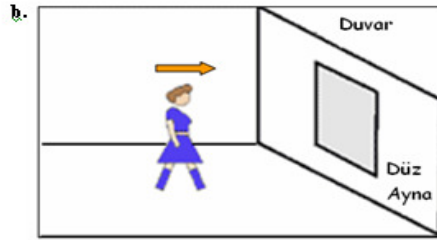
- a) Aynanın içinde
- b) Aynanın önünde
- c) Aynanın arkasında
- d) Aynanın üzerinde

.....

7. a.) Ece birinci resimde A noktasında durmakta ve düz aynaya bakmaktadır. İkinci resimde, Ece'nin karşısına **boyutları daha büyük bir ayna** yerleştirilmiştir. Ece'nin aynalarda gördüğü **alanın büyüklüklerin** karşılaştırınız. Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

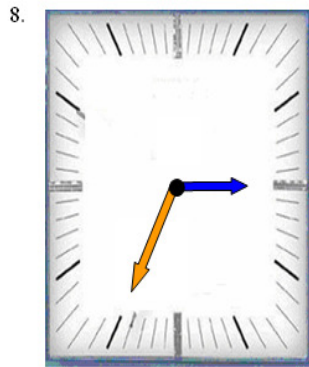


.....



Sibel düz aynaya doğru yürümektedir. Sibel'in aynada gördüğü **alanın büyüklüğünün** değişimi hakkında ne söyleyebilirsiniz? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

.....



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 saatine bakmış.

— Sizce Ali neden şaşırmıştır? Kısaca açıklayınız.

— Yanda Ali'nin aynada gördüğü saatin şekli verilmiştir. Ali'nin kolundaki saatin kaç olduğunu bulabilir misiniz?

Ali'nin saati:

— Lütfen yanıtınızı nasıl bulabildiğinizi açıklayınız.

.....

9.



— Elif aynaya baktığında boyunun küçüldüğünü fark ediyor. Sizce Elif'in boyundaki değişimin sebebi ne olabilir? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

— Resimdeki aynanın yerine **odak uzaklığı aynu, fakat boyu daha büyük** bir ayna kullanılsaydı, görüntünün boyu nasıl olurdu?

10.



— Şenay aynaya baktığında elinin büyüdüğünü fark ediyor. Sizce elindeki bu değişimin sebebi ne olabilir? Lütfen yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

— Resimdeki aynanın yerine **odak uzaklığı aynu, fakat boyu daha büyük** bir ayna kullanılsaydı, görüntünün boyu nasıl olurdu?

Soruları cevaplarken gösterdiğiniz titizliğe ÇOK TEŞEKKÜRLER.

EK – B: Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Konu : Düz Ayna

• Düz aynada görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz?
(Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)

- Görüntü düz ve gerçektir.

• Neden sanal olduğunu düşünüyorsunuz?

- *Olduğu gibi görünen görüntü gerçek görüntüdür. (Düz aynadaki görüntüyü kastediyor.) Görüntünün değiştiği (büyüdüğü veya küçüldüğü) aynalardaki görüntü sanal görüntüdür.*

• Cismin önüne bir engel yerleştirildiğinde görüntü de ne tür bir değişim olur?

- Cismin önüne engel konulduğunda cismin bir bölümünün veya tamamının aynada görüntüsü oluşmaz.

• Ayna büyüdükçe görüntüde değişim olur mu?

- *Ayna büyüdükçe görüntü büyür.*

• Neden?

- *Görüntünün büyüklüğü aynanın büyüklüğü ile doğru orantılıdır.*

EK – C : 5E Öğretim Modeline Yönelik Yapılandırılmış Görüşme

Okul : **Tarih ve saat (başlangıç – bitiş):** **Görüşmeci:**

Giriş :

Merhaba, benim adım Özgür ANIL ve Meslek Yüksek Okulunda fizik öğretmeni olarak görev yapmaktayım. “Lise-1 Öğrencilerinin Aynalar Konusundaki Kavramsal Değişimine 5E Öğretim Modelinin Etkisi” konulu bir araştırma yapıyorum. Bu görüşmede amacım; uygulanan öğretim modeli ile ilgili öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle sizin düşüncelerinizi öğrenmek istiyorum.

* Bana bu görüşmede söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Bu bilgileri herhangi bir kimsenin görmesi mümkün değildir. Ayrıca, araştırma sonuçları yazılırken bireylerin isimleri rapora yansıtılmayacaktır.

* Başlamadan önce söylediklerimle ilgili sormak istediğiniz bir soru var mı?

* Görüşmeyi izin verirseniz kaydetmek istiyorum. Bunun sizce bir sakıncası var mı?

* Bu görüşmenin yaklaşık 10 dk. süreceğini tahmin ediyorum. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

GÖRÜŞME SORULARI (5E Öğretim Modeli – Grup Odaklı)

3.1. Bu yöntemle işlediğiniz dersler ile daha önceki fizik derslerinizi nasıl karşılaştırırsınız?

- Farklılıklar ve benzerlikler nelerdir?

3.2. Dersin işlenişi süresince arkadaşlarınızla olan etkileşiminiz nasıldı?

- Ne tür çalışmalar yaptınız?

- Bu çalışmaların öğretim sürecinize ne gibi etkileri oldu?

3.3. Anlatılan konuları günlük yaşamla nasıl bağdaştırıyorsunuz?

- Öğretim süresince, bu yönde bir uygulama içerisinde yer aldınız mı?

- Bu uygulamanın size katkıları nelerdir?

3.4. Bu yöntemle dersi işlemek sizi araştırma yapmaya teşvik etti mi? Nasıl? Neler yaptınız?

3.5. Fizik dersine ilişkin ilginizde ya da tutumunuzda ne tür değişiklikler oldu?

- Bu düşüncenizin oluşmasındaki sebepler nelerdir?

EK – Ç : Aynalar Konusuna İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Konu : Düzlem Ayna

- Düzlem aynadaki görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek gösterir misin?
- Görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)
- Neden sanal (veya gerçek) olduğunu düşünüyorsunuz?

Konu : Çukur / Tümsek Aynalar

- Çukur / tümsek aynalarda görüntünün nasıl oluştuğunu şekil çizerek gösterir misin?
- Görüntünün yeri ve özellikleri hakkında ne söyleyebiliriz? (Sanal-gerçek, ters-düz, büyük-küçük)
- Neden sanal (veya gerçek) olduğunu düşünüyorsunuz?

Konu : Görüş Alanı

- Görüş alanının büyüklüğü nelere bağlı olarak değişir?
- Aynanın büyüklüğü ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişki hakkında ne düşünüyorsunuz?
- Gözlemcinin aynaya uzaklığı ile görüş alanının büyüklüğü arasındaki ilişki hakkında ne düşünüyorsunuz?

EK – D : Öğrenme Çevresi Değerlendirme Anketi

Bu anket 5E Modeline uygun olarak tasarlanan öğrenme ortamına ilişkin bakış açılarını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Doğru ve yanlış cevap yoktur. Bu bir test değildir ve cevaplar sizin başarınıza etki etmeyecektir. Yalnızca fikirleriniz istenmektedir. Katkılarınız için teşekkürler.

	SORU MADDELERİ	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
GİRME	1. Öğrenme etkinlikleri gerçek hayatta ilişkili konu ve problemlerle başladı					
	2. Sınıf tartışmasına katılmak benim için önemlidir					
	3. Konuyu anlayabileceğimi ve o konu hakkında soru sorabileceğimi hissettim					
	4. Öğretmen, dersin nasıl işleneceğini açıkladı					
	5. Etkinliklere başlarken öğretmen bana soru sordu					
	6. Benim düşündüklerim ve önerdiklerim sınıf tartışması sürecinde kullanıldı					
	7. Tartışma sürecinde diğer öğrencilerin söylediklerini dinledim					
	8. Ön tartışmada önceki bilgi ve deneyimlerimden yararlandım					
	9. Tartışma ve sorular daha önceden bildiklerimi gözden geçirme fırsatı verdi					
	10. Önceki bilgilerimin neler olduğunu bilmek, yeni öğreneceğim konuya karşı beni cesaretlendirdi					
KEŞFETME	11. Ön tartışmadan sonra öğreneceğim şeyleri planladım					
	12. Benim için en uygun etkinliğe karar vermede öğretmene yardımcı oldum					
	13. Öğrenmekten beni alıkoyan her hangi bir şey hakkında şikayet etmeyi uygun bulurum					
	14. Diğer öğrencilere konuşma şansı verdim					
	15. Tartışmadan kaynaklanan sorulara cevap vermek için bir araştırma oluşturdum					
	16. Kendi araştırmalarımın elde edilen bilgileri kullanarak zihnimdeki soruların cevaplarını buldum					
	17. Çalışma yaparken diğer öğrencilerle kaynakları paylaştım.					
	18. Araştırma yaparken diğer öğrencilerle işbirliğine girdim					
	19. Etkinlikler sırasında diğer öğrencilerden bir şeyler öğrendim					
	20. Grup içinde görev dağılımını ön planda tutan bir takım çalışması yaptık					

AÇIKLAMA	21. Anladıklarımı diğer öğrencilere ve öğretmene açıkladım					
	22. Anladıklarını açıklamaları için gruptaki diğer öğrencilere soru sordum					
	23. Diğer öğrenciler ve öğretmen, fikrimi açıklamam için bana soru sordular					
	24. Öğrenirken yaptıklarımı öğretmene göstermeyi severim					
	25. Öğretmen benimle konuşmak ve problemlerimle ilgilenmek için yanıma geldi					
	26. Öğretmenin sorduğu sorular ve yaptığı açıklamalar konuyu anlamama yardımcı oldu					
	27. Bana ifadelerimin gerekçeleri hakkında sorular soruldu					
	28. Yaptığım araştırmadan sonra o konudaki tüm ifade, diyagram ve grafiklerin anlamını açıklayabilecek duruma geldim.					
	29. Öğretmen bana değişik kaynakları kullanarak açıklama yaptı.					
	30. Öğretmen deneyimlerimizi diğer öğrencilerle paylaşmada bize yardımcı oldu.					
DERİNLEŞME	31. Öğrendiklerimin okul dışı dünyada kullanılması önemlidir.					
	32. Diğer öğrencilerin problemleri çözmeye ve ileri etkinliklere yaklaşım şekillerini görmeyi severim.					
	33. Çalışmamda bir sorun olduğunda öğretmen bana yardım etti.					
	34. Öğretmen ve öğrenciler tarafından bana problemlerin çözümüne ve ileri etkinliklere yönelik görüşlerim soruldu.					
	35. Diğer öğrenciler problem ve ileri etkinlikler hakkındaki düşüncelerini benimle tartıştılar.					
	36. Problemlere ve ileri etkinliklere ilişkin düşüncelerimi diğer öğrencilere açıkladım.					
	37. Yapmaya başladığımda mümkün olduğunca çok şey yapmaya çalışırım.					
	38. Karşılaştığım yeni durumlarda başarmaya çalıştığım şeyi iyi bilirim.					
	39. Karşılaştığım yeni durumlarda grup içinde ne kadar çalışma yapmak zorunda olduğumu bilirim.					
	40. Karşılaştığım sorunlarda yapmam gerekenler konusunda yeteneklerime güvenirim.					

DEĞERLENDİRME	41. Uygulamalarda etkinliklerin önceki aşamalarında yer alan çalışmalardan faydalanmadım.					
	42. Uygulamalarda yeniden teorik araştırmalara ihtiyaç duydum.					
	43. Uygulamalardan önce konuyu daha iyi anlamış olmayı isterdim.					
	44. Tüm etkinliklerin uygulanmasında öğretime ihtiyaç duydum.					
	45. Etkinliklere yaptığım katkıların öğretmen tarafından dikkatle gözlenmesi, başarımların belirlenmesinde etkili bir işlemdir.					
	46. Etkinliklerden sonra gerçek hayatta ilişkili değişik proje veya ödevler üstlenmeyi uygun buluyorum.					
	47. Ders sürecindeki öğretmen ve grup arkadaşlarımla olan iletişimin değerlendirme sürecine katkı sağladığına inanıyorum.					
	48. Öğretmenle yapacağım sözel görüşmeler işlenen konuyla ilişkili tüm bilgilerimin ortaya çıkmasında oldukça önemlidir.					
	49. Etkinlikler boyunca bu süreçteki performansımın başarı olarak değerlendirilmesini uygun buluyorum.					
	50. Öğreneceğim konuya ait tüm etkinliklerde aktif olarak rol almak istedim.					

Anketi yanıtlarken gösterdiğiniz titizliğe ÇOK TEŞEKKÜRLER.

EK – E : YANSITICI GÜNLÜK

Ünite : Aynalar

Konu : Düz Ayna

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Tarih :

— **Bugün Derste Neler Öğrendin?**

— **Bu yöntemle işlenen ders ile daha önceki fizik derslerini karşılaştırdığında ne gibi farklılıklar gözlemledin?**

— **Dersin işleniş şekli ve yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerin nelerdir?**

EK – F: Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu (Öğretmen)

Açıklama: Bu form; öğretmenin öğretim sürecindeki etkinliğini değerlendirebilmek amacıyla hazırlanmıştır.

AŞAMALAR	DERECELER				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
	1	2	3	4	5
1. GİRİŞ					
1. Konuya ilişkin, günlük hayatla ilgili problemler sunar.					
2. İlgi ve merak uyandırarak, öğrencilerin konu ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarır.					
3. Öğrencilerin sorgulamalarını sağlamak, gerektiğinde yeniden yönlendirmek için sorular sorar.					
4. Öğrencileri sorgulamaya ve öğrenmeye odaklar.					
Toplam					
2. KEŞFETME					
5. Öğrencilere farklı materyaller sunarak, çalışmaya teşvik eder.					
6. Etkinlikleri yeniden yapılandırmaya yardım edecek şekilde düzenler ve kullanır.					
7. Çocuklar kendi aralarında etkileşimdeyken onları gözlemler ve dinler.					
8. Öğrencilere yeterince zaman verir.					
9. Bir danışman olarak davranır.					
Toplam					
3. AÇIKLAMA					
10. Öğrencilerin daha önceki deneyimlerini kavramlarını temel alarak açıklama yapmalarını sağlar.					
11. Öğrencilerden söyledikleri ifadelerle ilgili kanıt ister.					
12. Öğrencilerin açıklama ve çözümlerine açıklık getirir; gerekirse yeni kavramlar ekler.					
13. Yeni kavramın açıklanmasında, öğrencilerin önceki düşüncelerini temel olarak kullanılır.					
4. DERİNLEŞTİRME					
14. Öğrencilere var olan gözlem ve kanıtları referans vererek sorular sorar.					
15. Öğrencileri kavramları yeni durumlara uygulamaları için teşvik eder.					
16. Öğrencileri alternatif açıklamalar yapmaları konusunda uyarır.					
17. Öğrencilere yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgili sorular yöneltir.					
Toplam					
5. DEĞERLENDİRME					
18. Yeni kavramları ve becerileri uygularken öğrencileri gözlemler.					
19. Öğrencilerin bilgilerini ve becerilerini değerlendirir.					
20. Öğrencilere kendi kendilerine, becerilerini değerlendirebilecekleri bir ortam oluşturur.					
Toplam					
GENEL TOPLAM					

EK – F: Kamera Kayıtlarını Değerlendirme Formu (Öğrenci)

Açıklama: Bu form; öğretmenin öğretim sürecindeki etkinliğini değerlendirebilmek amacıyla hazırlanmıştır.

AŞAMALAR	DERECELER				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
	1	2	3	4	5
1. GİRİŞ					
1. Konuya ilgisini toplayarak sorular sorar.					
2. Konuya ilişkin fikirlerini açıklar.					
3. Sorgulamaya ve öğrenmeye odaklanır.					
Toplam					
2. KEŞFETME					
4. Farklı etkinliklerde yer alarak keşfetme sürecine katılır.					
5. Gözlem ve düşüncelerini kaydeder.					
6. Tahmin ve hipotezleri test eder, yeni tahmin ve hipotezler oluşturur.					
7. Arkadaşları ile etkileşime girer.					
Toplam					
3. AÇIKLAMA					
8. Deneyimlerini ve kavramlarını temel alarak açıklama yapar.					
9. Olası çözüm ve cevapları arkadaşlarına açıklar.					
10. Diğer öğrencilerin söylediği açıklamaları eleştirel bir şekilde dinler.					
11. Kaydını tuttuğu gözlemleri, açıklamaları kullanır.					
4. DERİNLEŞTİRME					
12. Önceki bilgileri, çözümler önermek ve karar vermek için kullanır.					
13. Arkadaşları ile ulaştıkları sonuçların kontrolünü yapar.					
14. Yeni tanımlamaları, yeni açıklamaları ve becerileri benzer yeni durumlara uygular.					
15. Alternatif açıklamalar yapar.					
16. Yeni kavram ve becerilerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına ilişkin çıkarımlarda bulunur.					
Toplam					
5. DEĞERLENDİRME					
17. Yeni edindikleri bilgilerini, yeteneklerini ve becerilerini değerlendirir.					
18. Anladığı kavramları ya da öğrendiği bilgi ve becerileri gösterir.					
19. Gelecekteki sorgulamalar için yerinde sorular sorar.					
20. Uygulanan değerlendirme araçlarına (etkinlikler, alıştırma, öğrenci kılavuzları vb.) katılım gösterir.					
Toplam					
GENEL TOPLAM					

EK – G – 1 : Öğrenci Kılavuzu (Düz Ayna)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Sınıf:

ETKİNLİK – 1 : “Düz Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

1. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

a. Sağ tarafta yer alan adam: **“Aynadaki görüntüyü de eklerseniz...”** diyerek neyi ifade etmeye çalışmaktadır? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.



Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 2 : Boy Aynası Deneyi

Araç gereçler: Boy aynası

1. Boy aynalarında;

a. Farklı cisimlerin görüntülerini inceleyiniz. Görüntü oluşumu hakkındaki fikirlerinizi yazınız. Görüntü oluşumunu şekil üzerinde gösteriniz.

b. Görüntü özelliklerini sıralayınız.

c. Cisimlerin önüne bir engel yerleştirerek aynadaki görüntülerini yeniden inceleyiniz. Ne gözlemliyorsunuz? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil üzerinde açıklayınız.

d. Cisimlerin aynadaki görüntülerini, aynanın önünde yer alan farklı noktalardan incelediğinizde görüntülerde bir değişiklik oluyor mu? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.

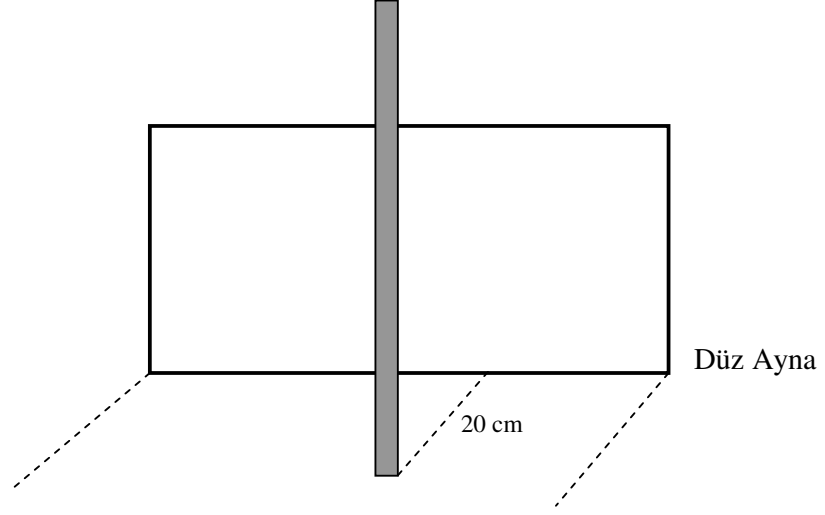
e. Cisimlerin görüntülerini farklı büyüklükteki düz aynalarda inceleyiniz. Görüntülerde bir değişiklik oluyor mu? Yanıtınızın nedenini yazarak veya şekil çizerek açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK - 3: Görüntü Nerede?

Araç gereçler: Düz Ayna, Çubuklar, Cetvel

1. Demir çubuğun aynadaki görüntüsünü inceleyiniz. Aynanın arkasına bir çubuk yerleştiriniz. Çubuğun yerini değiştirerek görüntü ile çakışmasını sağlayınız.



a. Görüntü aynanın hangi bölgesinde oluşmaktadır? Niye bu şekilde düşünüyorsunuz?

b. Cisim ile görüntünün aynaya olan uzaklıklarını belirleyiniz. Uzaklıklar arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

c. Yaptığınız deney sonucunda aşağıdaki ifadelerin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlelerin yanında yer alan boşluğa yazınız.

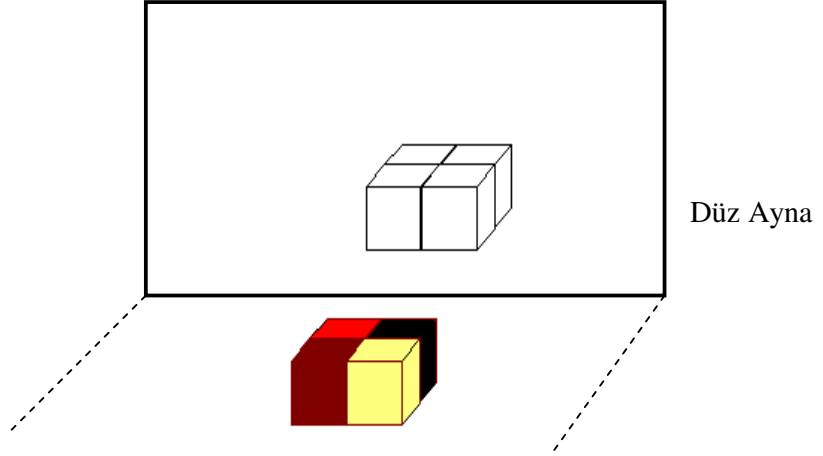
- Düz aynada görüntü aynanın **önünde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **üstünde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **içinde** oluşur. (.....)
- Düz aynada görüntü aynanın **arkasında** oluşur. (.....)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 4: Görüntüdeki Değişim

Araç gereçler: Düz Ayna, Renkli cisimler

1. Renkli cismin aynadaki görüntüsü ne şekilde oluşur. Kutuların üzerine renklerini yazarak çiziniz.



- Tahminleriniz doğrultusunda aşağıdaki ifadenin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlenin yanında yer alan boşluğa yazınız. Niye bu şekilde düşünüyorsunuz?

- Düz aynada oluşan görüntüde **sağ – sol değişimi** olur.
(.....)
- Düz aynada görüntü oluşumunda **ön-arka değişimi** olur.
(.....)
- Düz aynada görüntü **ters** oluşur. (.....)

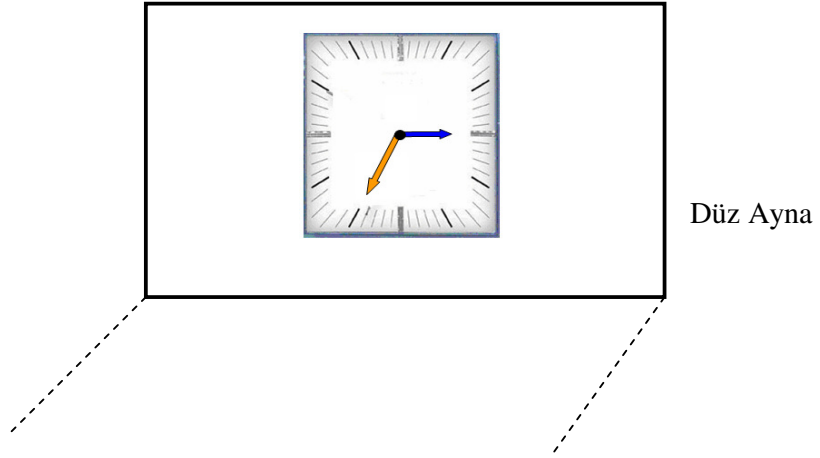
- Cismin aynadaki görüntüsünü inceleyiniz. Görüntü ile tahminleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıkları ifade ediniz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK - 5: Görüntüdeki Değişim

Araç gereçler: Düz Ayna, Saat

1. Duvar saatinin **aynadaki görüntüsü** verilmiştir. Buna göre, saat aslında kaç göstermektedir? Cevabınızı size verilen saatin üzerine çizin. Yanıtınızın nedenini açıklayınız.



- Yaptığınız deney sonucunda aşağıdaki ifadelerin **doğru veya yanlış** olup olmadığını cümlelerin yanında yer alan boşluğa yazınız.

- Sonucu aynayı ters çevirerek buldum. Aynada oluşan görüntü **terstir**.
(.....)
- Sonucu aynada oluşan görüntüye kağıdın arkasından bakarak buldum. Düz aynada görüntü oluşurken **ön – arka değişimi** olur. (.....)
- Sonucu düz aynada **sağ – sol değişimi** olmasından yararlanarak buldum.
(.....)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 6 : Kesişen Aynalar

Araç gereçler: Düz Aynalar, Mum, Açık Ölçer.

1. Aralarında farklı açı değerleri olan aynalar için görüntü sayılarını belirleyerek tabloya işleyiniz.

Açı Değeri	Görüntü Sayısı
60^0	
90^0	
120^0	

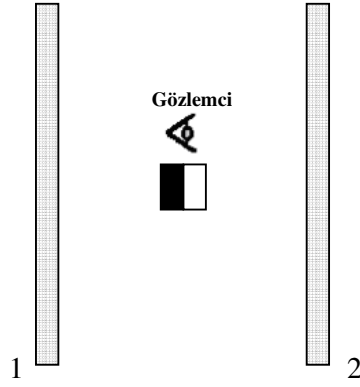
2. Tablodaki değerlerden yararlanarak; açı değerleri ile görüntü sayıları arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleyiniz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

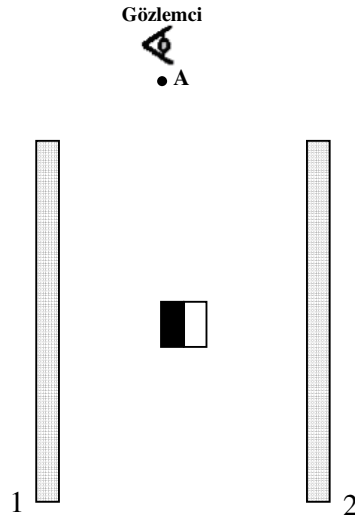
ETKİNLİK – 7 : Paralel Aynalar

Araç gereçler: Düz Aynalar

1. İki paralel düz ayna arasına bir cisim yerleştiriniz. Cismin bulunduğu yerden 1 ve 2 aynalarına baktığınızda kaç adet görüntü görüyorsunuz? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.



2. Gözlemci cismin yanından değil de A noktasından aynalara bakarsa kaç adet görüntü görür? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.



Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 8: Görüş Alanı

Araç gereçler: Düz Aynalar

1. Düz aynaya doğru yürüyünüz. Aynaya yaklaştıkça görüş alanınız değişiyor mu? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

2. Büyüklükleri farklı düz aynalara eşit uzaklıklardan bakınız. Görüş alanları arasında farklılık var mı? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla veya yazarak açıklayınız.

3. Yaptığınız etkinlikler sonucunda; görüş alanının hangi değişkenlere bağlı olduğunu açıklayınız?

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK - 9: İtfaiye ve Ambulans

Araç gereçler: İtfaiye ve Ambulans Kelimelerinin Harfleri, Düz Ayna

1. Ambulans ve itfaiye araçlarının önünde yer alan yazıları bir kağıt üzerinde oluşturmaya çalışın. Oluşturduğunuz yazıların aynadaki görüntülerini inceleyiniz.

2. Yaptığınız deneyde aşağıdaki ifadelerin hangisinden yararlandınız.

a. Düz aynada görüntülerin **ters olduğu** bilgisinden yararlandım.

b. Düz aynada görüntüler oluşurken **ön – arka değişiminin** olduğu bilgisinden yararlandım.

c. Düz aynada görüntüler oluşurken **sağ - sol değişiminin** olduğu bilgisinden yararlandım.

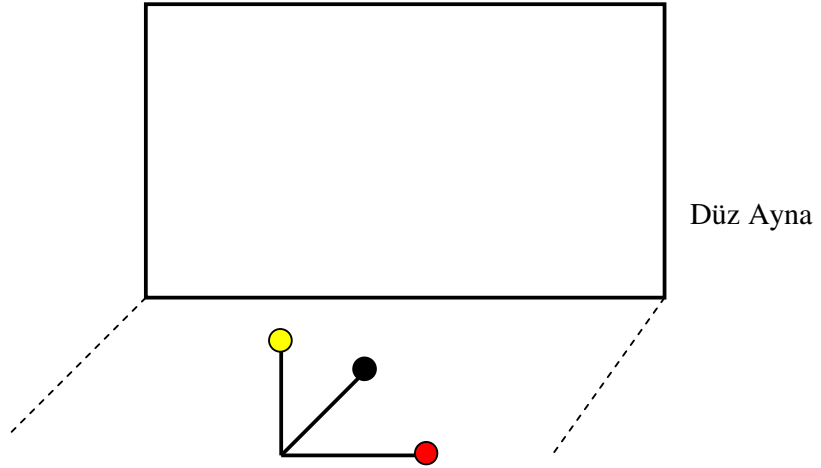
Öğrencinin Adı – Soyadı :

Derinleştirme Etkinliği - 1 : Üç Boyutlu Cisimlerin Görüntüsü

Araç gereçler: Düz Ayna, Üç Boyutlu Cisimler

1. Düz aynalarda;

a. Üç boyutlu cisimlerin aynadaki görüntüsünü size verilen cisimler yardımıyla (aynaları kullanmadan) oluşturmaya çalışın.



b. Şimdi, cisimlerin aynadaki görüntülerini inceleyin. Aynadaki görüntüler ile tahminleriniz arasında ne gibi benzerlik ve farklılıklar var. Bu benzerlik ve farklılıkların nedenini açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Derinleştirme Etkinliği – 2: Aynaya Yürüyen Öğrenci

Araç gereçler: Düz Ayna, Cetvel

1. Düz aynaya doğru hareket ediniz. Bu sırada, görüntünüzün hareketlerini de gözlemleyiniz.

a. Aynaya doğru ilerlerken kendinizin ve görüntünüzün aldığı yol ile bu yolu alırken geçen zamanı tabloya yazınız.

	Yol (Adım)	Zaman (s)	Hız (Adım / s)
Öğrenci			
Görüntü			

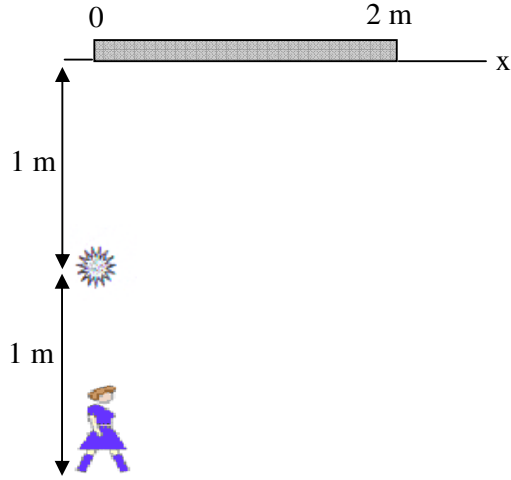
b. Tablodaki değerlerden yararlanarak; öğrenci ve görüntüsüne ait yol, zaman ve hız değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız.

c. Ayna öğrenciye doğru hareket ettirilirse görüntünün yol, zaman ve hız değerleri nasıl değişir? Yanıtınızın nedenini kısaca açıklayınız.

	Yol (Adım)	Zaman (s)	Hız (Adım / s)
Ayna			
Görüntü			

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 1: Odadaki lamba, duvarda bulunan aynadan 1 m uzaklıkta asılı durmaktadır. Duvardaki ayna 2 m genişliğinde olup tüm duvarı kaplamaktadır. Duvardan 2 m uzaklıktaki öğrenci aynaya paralel olarak yürümektedir. Öğrenci hangi uzaklık aralıklarında lambanın görüntüsünü aynada görebilir. (Şekilde odanın üstten görünüşü verilmiştir.)



Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 2: Düz aynanın önüne bir kalem yerleştirilmiştir.

a. Işınlar yardımıyla kalemin görüntüsünü bulunuz. Öğrenci hangi bölgede bulunursa kalemin tamamını görebilir?



b. Öğrencinin kalemin yalnızca ucunu görebileceği bölgeyi belirleyiniz.



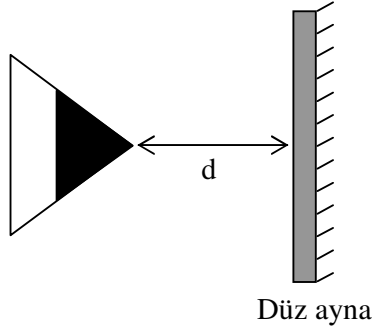
ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU

Öğrencinin Adı Soyadı :

Sınıf:

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Düz Ayna								

Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Düz aynada görüntü özelliklerinin doğru olarak yer aldığını düşündüğünüz kutulara **X** işareti koyunuz. Yanıtlarınızın nedenini üçgen şeklindeki cismin düz aynadaki görüntüsünü bularak açıklayınız.



EK – G – 2 : Öğrenci Kılavuzu (Çukur Ayna)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Sınıf :

ETKİNLİK – 10 : “Çukur Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

1. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

b. Sizce baba neyi ifade etmeye çalışmaktadır?



c. Çocuğun görüntüsü aynada neden büyük gözükmektedir? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 11 : Çukur Aynada Görüntü

2. Çukur aynada görüntünüzü inceleyiniz.

a. Görüntünün nasıl oluştuğuna ilişkin fikirlerinizi yazınız.

b. Belirli bir uzaklıktaki bir cismi aynaya doğru yaklaştırırken görüntüde ne tür değişiklikler oluyor? Düşüncelerinizi açıklayınız.

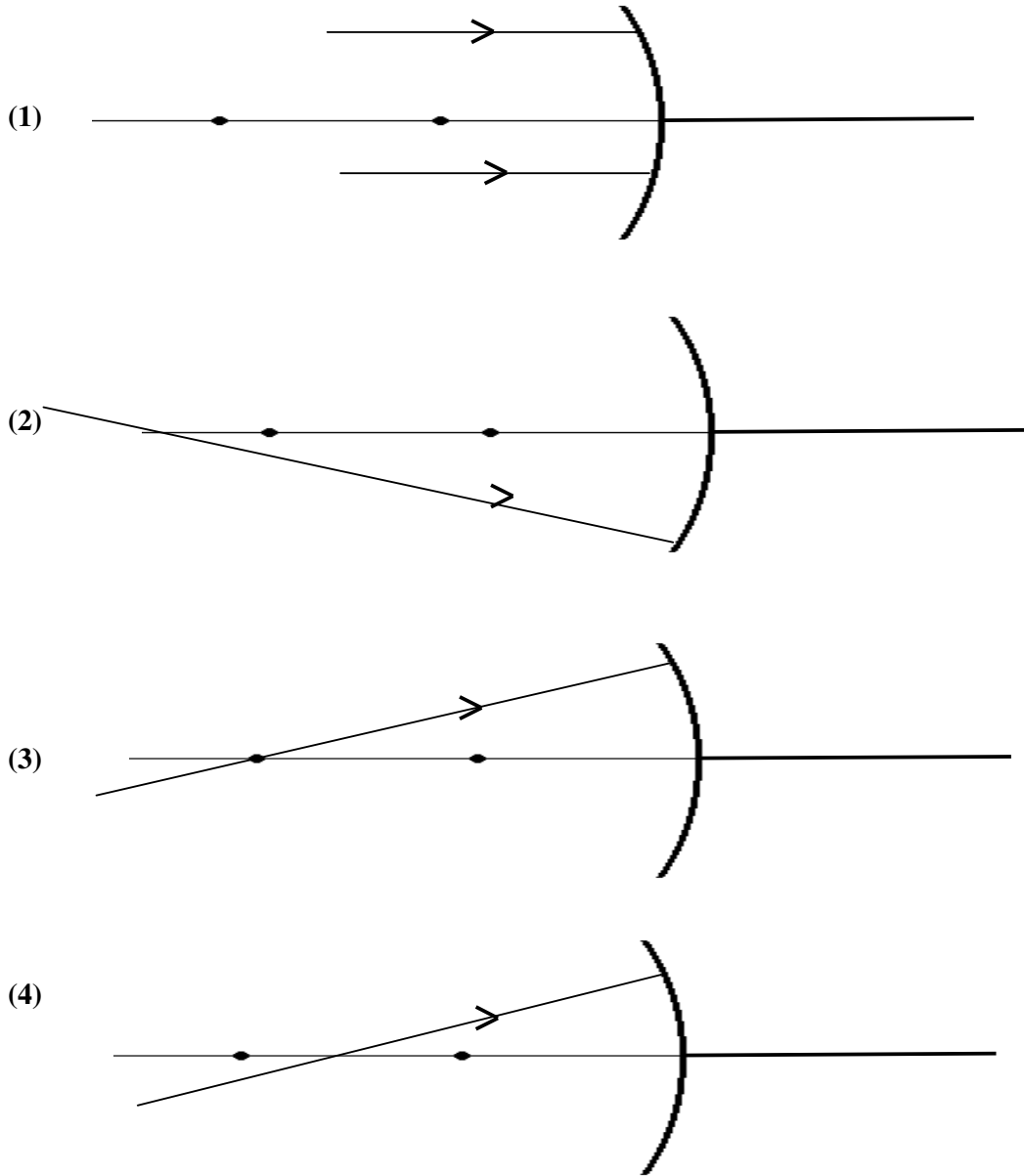
Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 12 : Çukur Aynada Işıklar

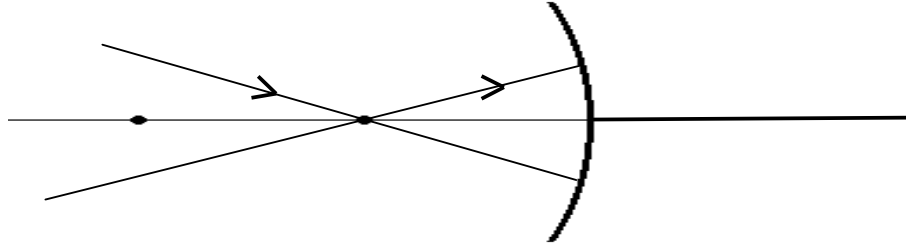
Araç gereçler: Çukur Ayna, Işık Kaynağı

1. Çukur aynaya gönderdiğiniz farklı ışınların yansımalarını inceleyiniz.

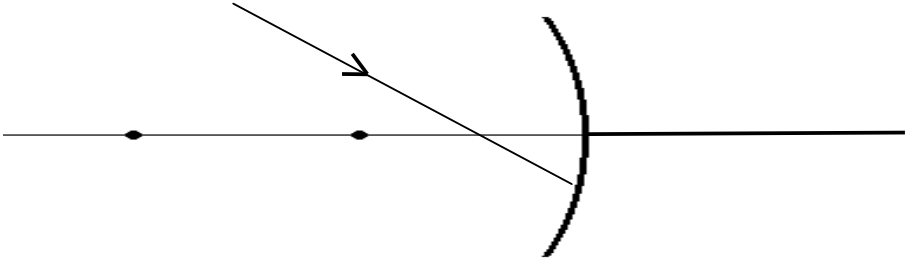
a. Aşağıda verilen 7 farklı ışının çukur aynadan yansımalarını şekil üzerinde gösteriniz.



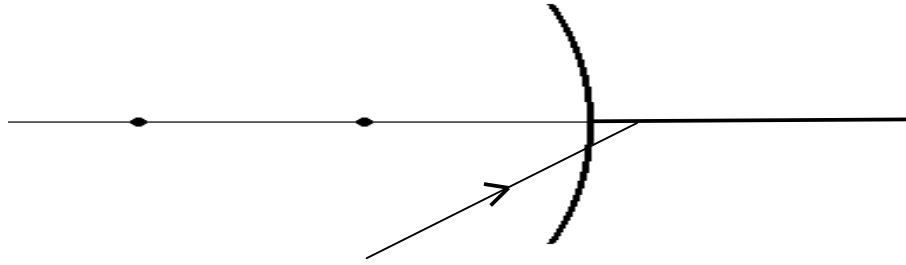
(5)



(6)



(7)



b. Sizce ışınlar belirli bir kurala göre mi yansıyor? Düşüncelerinizi ifade ediniz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

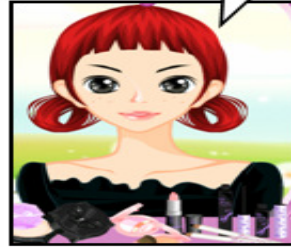
Derinleştirme Etkinliği - 1: Makyaj Aynası

1. Sizce Aslı, Buket'e ne tür bir ayna vermelidir?

Aslı..... Makyaj yapmak için bir aynaya ihtiyacım var.. Bana bir ayna verebilir misin?



Tabii Buket... Nasıl bir ayna istersin?



2. Lütfen yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

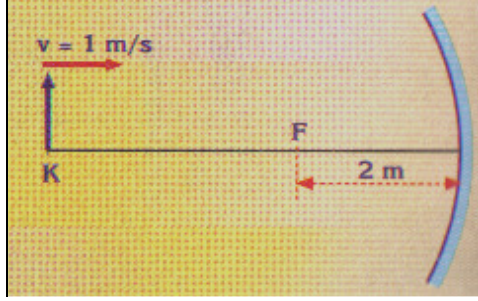
Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 1: Bir dışı dışteki bir çürüğü 2 cm odak uzaklığı olan bir çukur ayna kullanarak inceliyor. Eğer çürük, ayna yüzeyinden 1,5 cm uzakta ise;

- a. Görüntünün nerede oluşacağını,
- b. Görüntünün gerçek mi, görünen mi olduğunu,
- c. Boyca büyütme oranının ne olduğunu bulunuz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 2: Bir cisim, odak uzaklığı 2 m olan bir çukur aynanın asal ekseninde yer alan K noktasından $v = 1 \text{ m/s}$ sabit hızla aynaya doğru hareket ediyor ve 2 saniye sonra görüntüsü ile arasındaki uzaklık sıfır oluyor. Cismin harekete başladığı anda görüntüsü ile aralarındaki uzaklık kaç m'dir? (Odak uzaklığı = 2 m)



ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU
(ÇUKUR AYNA)

Öğrencinin Adı Soyadı :

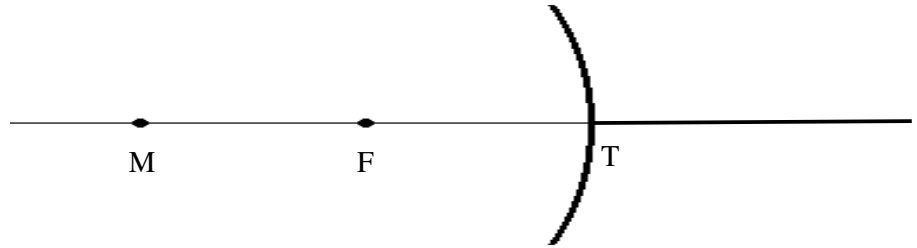
Sınıf:

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Cisim Sonsuzda (1)								
Cisim Merkezin Dışında (2)								
Cisim Merkezde (3)								
Cisim M-F Arasında (4)								
Cisim Odakta (5)								
Cisim F-T Arasında (6)								

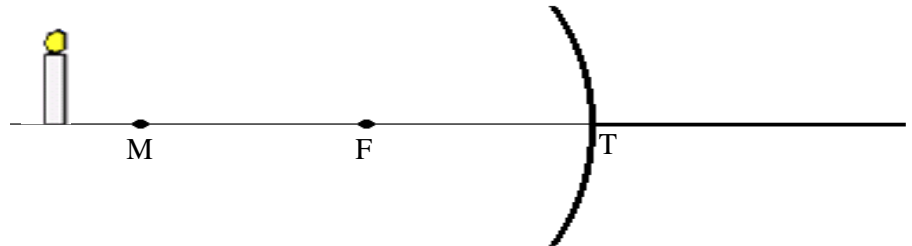
T: Tepe Noktası, **F:** Odak Noktası, **M:** Merkez

- Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz.
- Çukur aynada görüntü özelliklerinin doğru olarak yer aldığını düşündüğünüz kutulara **X** işareti koyunuz.
- Yanıtlarınızın nedenini aşağıda verilen şekiller üzerinde açıklayınız.

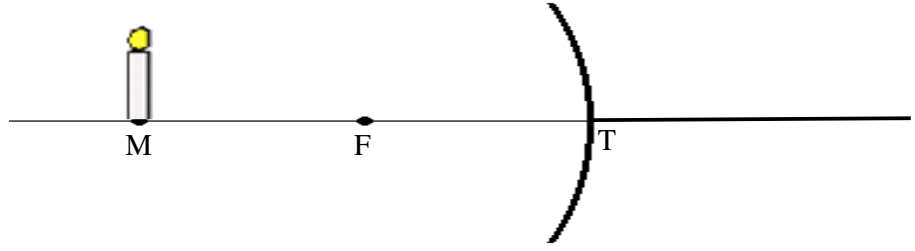
(1) Cisim sonsuzda ise



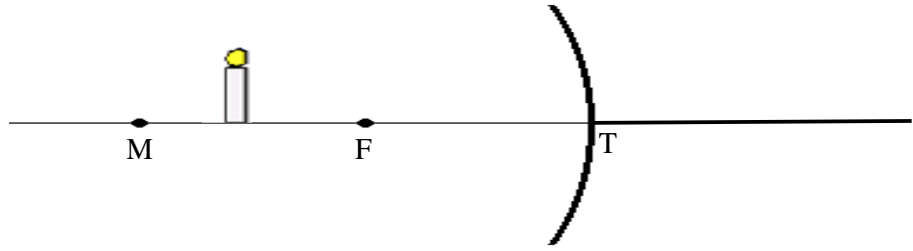
(2) Cisim merkezin dışında ise



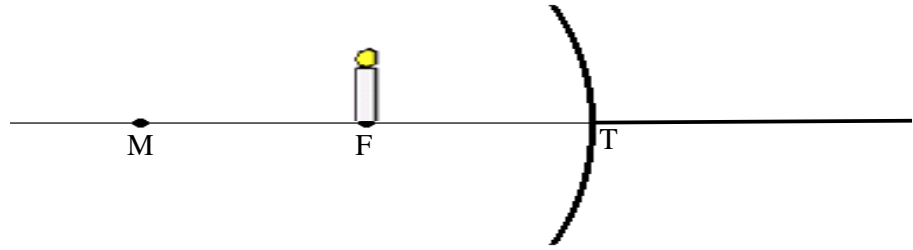
(3) Cisim merkezde ise;



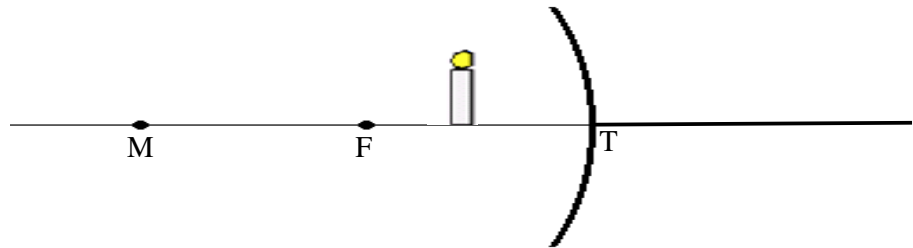
(4) Cisim merkez ile odak arasında ise;



(5) Cisim odakta ise;



(6) Cisim odak ile tepe noktası arasında ise;



ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU
(ÇUKUR AYNA)

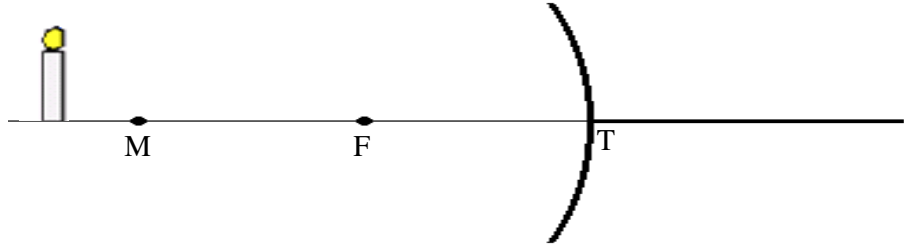
Öğrencinin Adı Soyadı :

Sınıf:

Cismin Aynaya Uzaklığı	$3f$	$1,5f$	$f/2$	$3f/4$
Görüntünün Aynaya Uzaklığı				

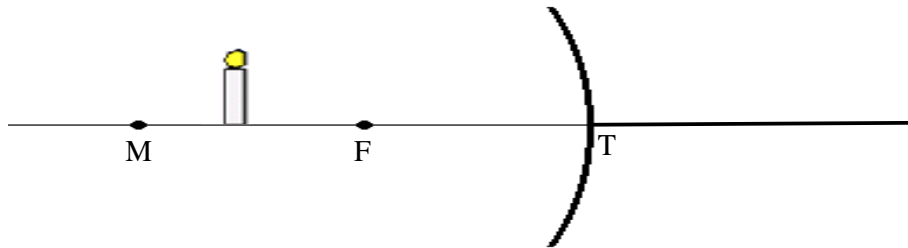
- Tabloda verilen uzaklık değerleri için; görüntünün aynaya uzaklığını, formüller ve çizimler yardımıyla bulunuz.

(1) Cismin aynaya uzaklığı $3f$ ise;



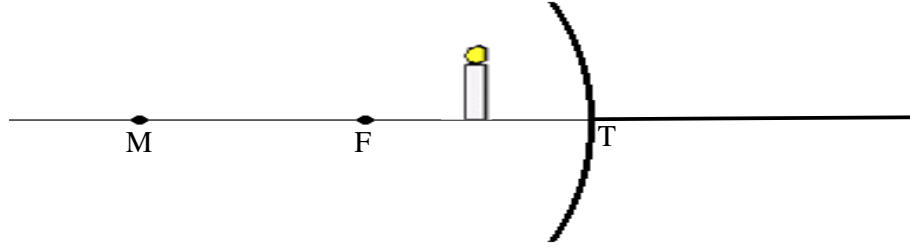
Formül ile çözüm;

(2) Cismin aynaya uzaklığı $1,5f$ ise;



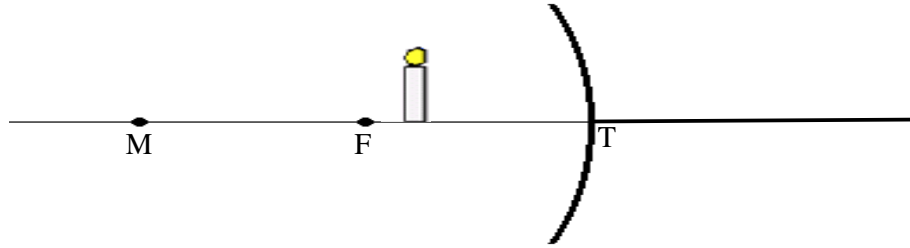
Formül ile çözüm;

(3) Cismin aynaya uzaklığı $f/2$ ise;



Formül ile çözüm;

(4) Cismin aynaya uzaklığı $3f/4$ ise;



Formül ile çözüm;

EK – G – 3 : Öğrenci Kılavuzu (Tümsek Ayna)

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Sınıfı : 9-E

ETKİNLİK – 13 : “Tümsek Aynada Görüntü” Konulu Karikatür

1. Karikatürü dikkatlice inceleyiniz.

d. Sizce çocuk neyi ifade etmeye çalışmaktadır?



e. Çocuğun görüntüsü aynada neden küçük gözükmektedir? Yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

ETKİNLİK – 14 : Tümssek Aynada Görüntü

3. Tümssek aynadaki görüntünüzü inceleyiniz.

a. Görüntünün nasıl oluştuğuna ilişkin fikirlerinizi yazınız.

b. Belirli bir uzaklıktaki bir cismi aynaya doğru yaklaştırırken görüntüde ne tür değişiklikler oluyor? Düşüncelerinizi açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

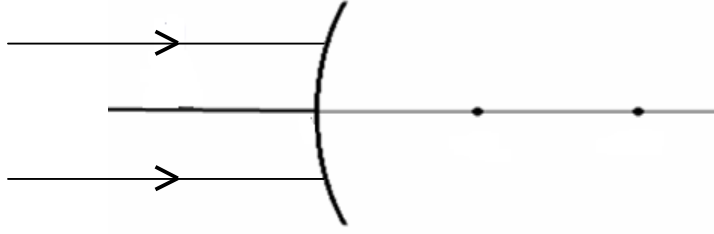
ETKİNLİK – 15 : Tümssek Aynada Işınlar

Araç gereçler: Tümssek Ayna, Işık Kaynağı

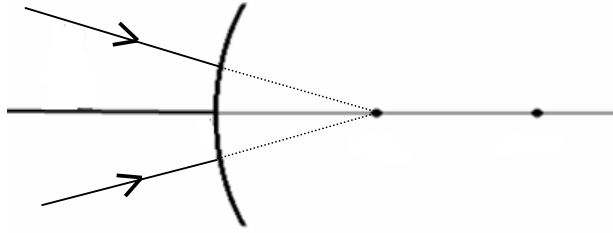
1. Tümssek aynaya gönderdiğiniz farklı ışınların yansımalarını inceleyiniz.

a. Aşağıda verilen 5 farklı ışının tümssek aynadan yansımalarını şekil üzerinde gösteriniz.

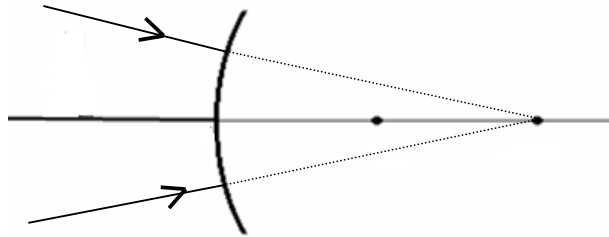
(1)



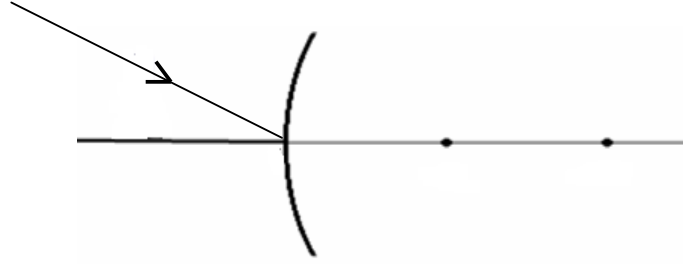
(2)



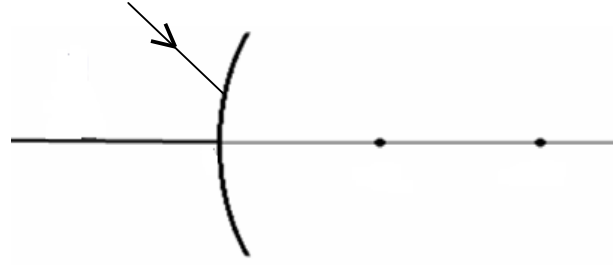
(3)



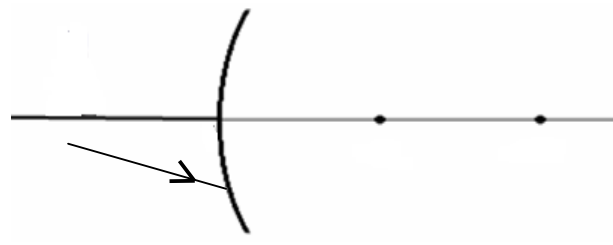
(4)



(5)



(6)



b. Sizce ışınlar belirli bir kurala göre mi yansıyor? Düşüncelerinizi ifade ediniz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Derinleştirme Etkinliği - 1: Kör Nokta

1. Sizce, resimdeki ayna ne tür bir aynadır? Hangi amaçla kullanılmaktadır?



2. Aynadaki görüntünün özellikleri nelerdir? Lütfen yanıtınızın nedenini şekil yardımıyla ya da yazarak açıklayınız.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 1: Yanan bir mum, eğrilik yarıçapı 60 cm olan tümsek bir aynanın 30 cm önüne konuluyor. Buna göre;

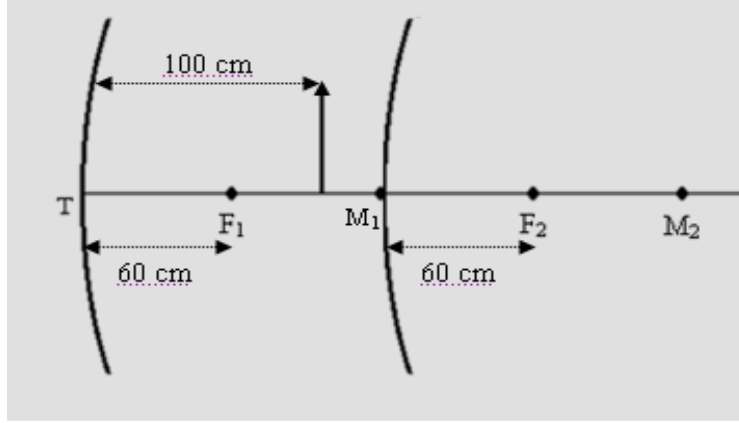
a. Görüntü nerede oluşur. Şekil üzerinde ve formül yardımıyla bulunuz.

b. Boydaki büyüme ne kadardır?

c. Mum aynaya 10 cm yaklaştırılıyor, yeni görüntünün yerini ve özelliklerini belirleyiniz.

Öğrencinin Adı – Soyadı :

Soru 2: Şekildeki tümsek ayna, çukur aynanın merkezindedir. Işınlarn önce çukur aynadan, daha sonra tümsek aynadan yansiyarak oluşturdukları görüntünün tümsek aynaya uzaklığını çizimle ve hesapla bulunuz.



ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU
(TÜMSEK AYNA)

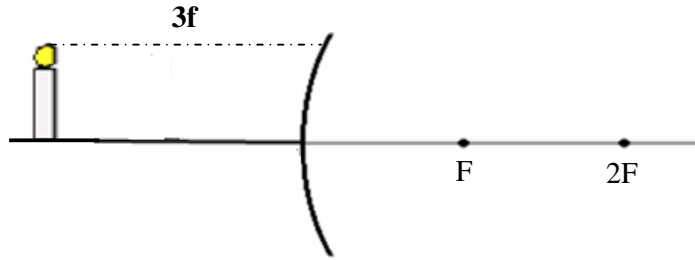
Öğrencinin Adı Soyadı :

Sınıf:

Cismin Aynaya Uzaklığı	$3f$	$1,5f$	f	$f/2$
Görüntünün Aynaya Uzaklığı				

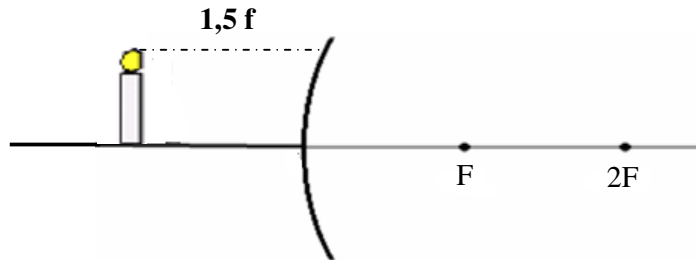
- Tabloda verilen uzaklık değerleri için; görüntünün aynaya uzaklığını, formüller ve çizimler yardımıyla bulunuz.

(1) Cismin aynaya uzaklığı $3f$ ise;



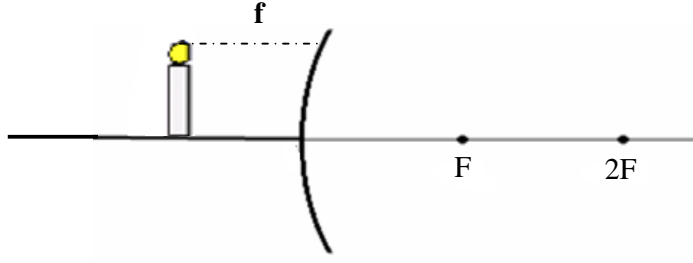
Formül ile çözüm;

(2) Cismin aynaya uzaklığı $1,5f$ ise;



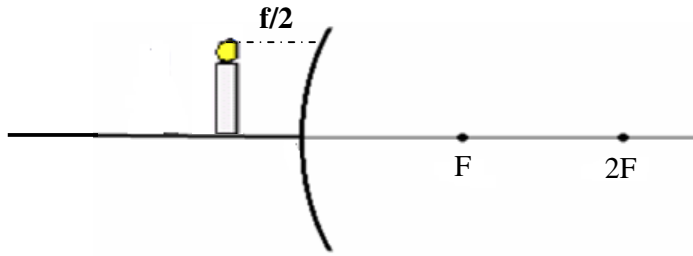
Formül ile çözüm;

(3) Cismin aynaya uzaklığı f ise;



Formül ile çözüm;

(3) Cismin aynaya uzaklığı $f/2$ ise;



Formül ile çözüm;

ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU

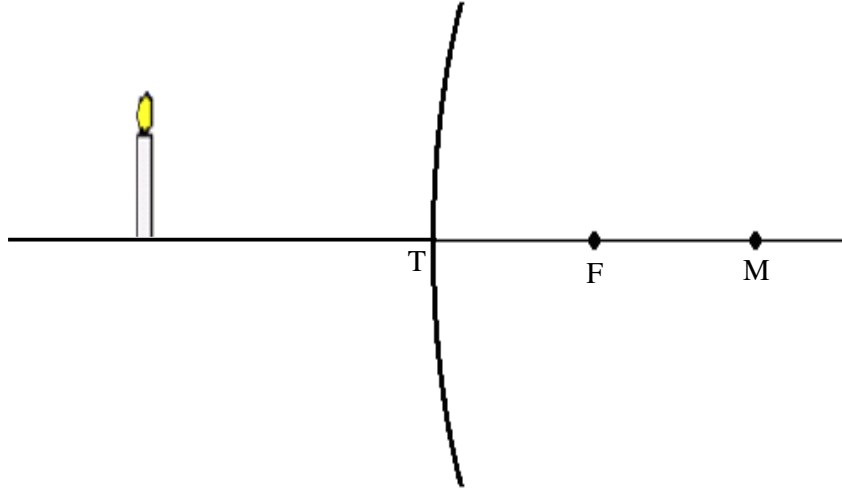
(TÜMSEK AYNA)

Öğrencinin Adı Soyadı :

Sınıf:

	GÖRÜNTÜ ÖZELLİKLERİ							
	Görüntünün Boyu			Görüntünün Yeri			Görüntü Çeşidi	
	Cisimle Aynı Boyda	Cisimden Büyük	Cisimden Küçük	Aynanın Önünde	Aynanın Üstünde	Aynanın Arkasında	Sanal	Gerçek
Tümsek Ayna								

1. Tabloyu dikkatli bir şekilde inceleyiniz. Tümsek aynada görüntü özelliklerinin yer aldığı kutulara X işareti koyunuz. Yanıtlarınızın nedenini cismin tümsek aynadaki görüntüsünü bularak açıklayınız.



EK – Ğ: İzin Belgesi

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı :B.08.4.MEM.4.10.00.04/311

Konu :Araştırma İzni.

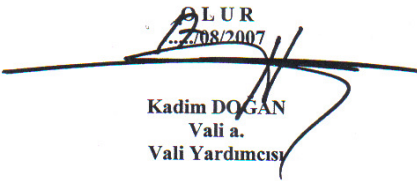
17.08.2007 18440




VALİLİK MAKAMINA
BALIKESİR

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi Özgür ANIL'ın, Doktora Tez çalışması kapsamında "Aynalar" konulu çalışması için, İlimiz Merkezinde yer alan Liselerde Lise 1 öğrencilerine görüşme ve video çekimi yapması, anket uygulaması hakkındaki Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 06/08/2007 tarih ve 1194 sayılı yazısı, ilgilinin 09/08/2007 tarihli dilekçesi ve ekleri ile Araştırma Değerlendirme Formu Tutanağı bildirilmiş olup, uygulamanın yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca uygun görüldüğü takdirde, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi Özgür ANIL'ın, Doktora Tez çalışması kapsamında "Aynalar" konulu çalışması için, İlimiz Merkezinde yer alan Liselerde Lise 1 öğrencilerine görüşme ve video çekimi yapması, anket uygulanmasını OLUR'larınıza arz ederim.


Brahim BINAY
Millî Eğitim Müdür V.


OLUR
.../08/2007
Kadim DOĞAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

	Kasaplar Mah.Eski Sındırgı Cad.No:1-10100 BALIKESİR Tel :0 266 239 62 73 Fax :0 266 239 62 74 e-posta :balikesirmem@meb.gov.tr İnt.Adr. :http://balikesir.meb.gov.tr	 DANISMA 444 0 632 HATTI	 EĞİTİME %100 DESTEK
---	---	---	--

8. KAYNAKLAR

[1] Duffy, T. M. ve Jonassen, D. H., “Constructivism: New implications for instructional technology”, *Educational Technology*, 31(5), 7-12, (1991).

[2] Köseoğlu, F. ve Kavak N., “Fen Öğretiminde Yapılandırmacı Yaklaşım”. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 139-148, (2001).

[3] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Fizik Dersi Öğretim Programı, Ankara, (2008).

[4] Jonassen, D. H., “Toward a constructivist design model”, *Educational Technology*, 34(4), 34-37, (1994).

[5] Abbott, R. ve Ryan, T., “Constructing Knowledge, Reconstructing Schooling”, *Educational Leadership*, 1999.

[6] Ergin, İ., Fizik Eğitiminde 5E Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumuna ve Hatırlama Düzeyine Etkisine Bir Örnek: “İki Boyutta Atış Hareketi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).

[7] Driver, R., Guesne, E. ve Tiberghien, A., Children’s idea in science, Milton Keynes: Open University Press, (1985).

[8] Osborne, R. ve Freyberg, P., Learning in science: The implications of children’s science. Auckland: Heinemann, (1985).

[9] Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. ve Novak, J.D., Research on alternative conceptions in science, In D.L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning, Macmillan, New York, 177–210, (1994).

- [10] Ülgen, G., Kavram Geliştirme, *Kavram Öğrenme*, Pegem A Yayınevi, Ankara, (2001).
- [11] Aydoğın, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç., “Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları”. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 111-124, (2003).
- [12] Vosniadou, S., “Introduction”, *Learning and Instruction*, 4, 3–6, (1994).
- [13] Singley, M.K.,ve Anderson, J.R., The transfer of cognitive skill, Harvard University Press, Cambridge, (1989).
- [14] Andre, T. ve Windschitl, M., “Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs”, *Journal of Research In Science Teaching*, 35 (2), 145–160, (1998).
- [15] Gick, M.L. ve Holyoak, K.J., The cognitive basis of knowledge transfer, In S.M. Cormier ve J.D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications*, Academic Press, San Diego, 9–46, (1987).
- [16] Ceci, S.J. ve Roazzi, A. The effects of context on cognition: Postcards from Brazil, In R.J. Sternberg ve R.K. Wagner (Eds.), *Minds in context*, Cambridge University Press, Cambridge, 74–101, (1994).
- [17] Nussbaum, J. ve Novick, S., “A study of conceptual change in the classroom”, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, Chicago. (1982).
- [18] Brown, D. E. ve Clement, J., “Overcoming misconceptions by analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction”, *Instructional Science*, 18, 237-261, (1989).

[19] Niedderer, H., “A teaching strategy based on students' alternative frameworks - theoretical conceptions and examples”, In: Proceedings of the Second International Seminar. Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics 2, Cornell University, 360-367, (1987).

[20] Stavy, R. ve Berkovits, B., “Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature”, *Science Education*, 64, 679-692, (1980)

[21] Marlowe, A.B. ve Page, L.M., Creating and sustaining the constructivist classroom. California: Corvin Press, (1998).

[22] Wheatley, G. H., “Constructivist perspectives on science and mathematics learning”, *Science Education*, 75 (1), 9-21, (1991).

[23] Yurdakul, B., Yapılandırmacı Yaklaşımın Öğrenenlerin Problem Çözme Becerilerine, Bilişötesi Farkındalık ve Derse Yönelik Tutum Düzeylerine Etkisi ile Öğrenme Sürecine Katkıları, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, (2004).

[24] Nuhoglu, H., Fen Bilgisi Öğretiminde Öğrenme Halkası Modelinin Uygulandığı Fizik Laboratuvarı Çalışmalarının Öğrenci Başarısına Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2004).

[25] Karplus, R., “Science teaching and development of reasoning”, *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (2), 169-175, (1977).

[26] Colburn, A. ve M.P. Clough, “Implementing the learning cycle”, *The Science Teacher*, 64(5), 30–33, (1997).

[27] Lawson, A. E., Abraham, M. R. ve Renner, J. W., “A Theory of Instruction: Using The Learning Cycle to Teach Science Concepts and Thinking Skill”, *National Association of Research in Science Teaching*, 1, (1989).

- [28] Bybee, R.W., *Achieving Scientific Literacy*, N.H.: Heinemann, Portsmouth, (1997).
- [29] Martin, D. J., *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach*. Belmont, CA: Wadsworth/Thomason Learning, (2000).
- [30] Andersson, B. ve Karrqvist, C., “How Swedish pupils aged 12–15 years understand light and its properties”, *European Journal of Science Education*, 5(4), 387–402, (1983).
- [31] Bouwens, R., Misconceptions among pupils regarding geometrical optics, In J.D. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca, (1987).
- [32] Osborne, J.F., Black, P.J., Meadows, J.M. ve Smith, M., “Young children’s (7–11) ideas about light and their development”, *International Journal of Science Education*, 15, 89–93, (1993).
- [33] Topkaya, H., *Effect of Activity Based Instructional Strategy on Students’ Understanding of Light and Its Properties at 6th Grade*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, (1996).
- [34] Galili, I., Goldberg, F. ve Bendall, S., “Some reflections on plane mirrors and images”, *The Physics Teacher*, 29, 471-477, (1991).
- [35] Keser, Ö. F., *Fizik Eğitimine Yönelik Bütünleştirici Bir Öğretim Ortamı Tasarımı ve Uygulaması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (2003).
- [36] Yürük, N., Çakır, Ö. S. ve Geban, Ö., “Kavramsal değişim yaklaşımının hücre solunum konusunda lise öğrencilerinin biyoloji dersine karşı tutumlarına etkisi”, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, (2000).

- [37] Ertürk, S., Eğitimde Program Geliştirme, Meteksan Matbaacılık, Ankara, (1993).
- [38] Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M. ve Perry, J. D., Theory into practice: How do we link?, In G. Anglin (Ed.), *Instructional technology: Past, present, and future*. Denver, CO: Libraries Unlimited, 100-112, (1995).
- [39] Cooper, P. A., “Paradigm shifts in designed instruction: From behaviorism to cognitivism to constructivism”, *Educational Technology*, 33(5), 12-19, (1993).
- [40] Jonassen, D.H., Integrating learning strategies in to courseware to facilitate deeper processing, In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 151-181, (1988).
- [41] Koç, G. ve Demirel, M., “Davranışçılıktan Yapılandırmacılığa Eğitimde Yeni Bir Paradigma”, *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 174-180, (2004).
- [42] Philips, D.C. ve Soltis, J.F., *Perspectives on Learning*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2005).
- [43] Driel, J.H., Verloop, N., Van Werven, H. ve Dekkers, H., “Teachers’ craft knowledge and curriculum innovation in higher engineering education”. *Higher Education*, 34, 105-122, (1997).
- [44] Deryakulu, D., *Yapıcı Öğrenme*, Eğitim Sen Yayınları, Ankara, (2001).
- [45] Özden, Y., *Öğrenme ve Öğretme*, Pegema Yayıncılık, Ankara, (2005).
- [46] Cunningham, D. J., “In defense of extremism”, *Educational Technology*, 31(9), 26-27, (1991).

- [47] Brooks, J.G. ve Brooks, M.G., In Search of Understanding: The case for constructivist classrooms, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, (1993).
- [48] Perkins D. N., “The Many Faces of Constructivism”, *Educational Leadership*, 199, 6-11, (1999).
- [49] Asan, A. ve Gönül, G., “Oluşturmacı Öğrenme Yaklaşımına Göre Hazırlanmış Örnek Bir Ünite Etkinliği”, *Milli Eğitim Dergisi*, 147, (2000).
- [50] Brown, J. S., Collins, A. ve Duguid, P., “Situated cognition and the culture of learning”, *Educational Researcher*, 18, 32-42, (1989).
- [51] Özmen, H., “Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme”, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (1), (2004).
- [52] Yurdakul, B., Eğitimde Yeni Yönelimler, Ö. Demirel (Ed.), *Yapılandırmacılık*, Pegem A Yayınevi, Ankara, (2005).
- [53] Morrison, G. S, Jean Piaget: a new way of thinking about thinking, Early Childhood Education Today, Charles R. Merrill Publishing Company, (1998).
- [54] Von Glasersfeld, E., A constructivist approach to teaching, In L. P. Steffe and J. Gale (Eds.), *Constructivism in Education*, Lawrence Erlbaum Associates, (1995).
- [55] Byrnes, J.P., Cognitive development and learning in instructional contexts, Allyn and Bacon, Boston, (2001).
- [56] Sternberg, R.J. ve Williams, W.M., Educational Psychology, Allyn and Bacon, Boston, (2002).
- [57] Vygotsky, L.S., Mind in society, Harvard University Press, Cambridge, (1978).

- [58] Jaramillo, J.A., “Vygotsky’s sociocultural theory and contributions to the development of constructivist curricula”, *Education*, 117, 133-140, (1996).
- [59] Driscoll, M.P., *Psychology of learning for instruction*, Allyn and Bacon, Boston, (2000).
- [60] Uçar, S., Using inquiry-based instruction with web-based data archives to facilitate conceptual change about tides among preservice teachers, Ph. D. Thesis, Ohio State University, (2007)
- [61] Brooks, J.G. ve Brooks, M.G., “The Courage to be Constructivist”, *Educational Leadership*, 18-24, (1999).
- [62] Yaşar, Ş., “Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci”, VII.Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Selçuk Üniversitesi, Konya, (1998).
- [63] Selley, N., *The Art of Constructivist Teaching in The Primary School*, David Fulton Publishers, London, (1999).
- [64] Ülgen, G., *Eğitim Psikolojisi: Kavramlar, İlkeler, Yöntemler, Kuramlar ve Uygulamalar*, Lazer Ofset, Ankara, (1994).
- [65] Scheurman, G., “From Behaviorist to Constructivist Teaching”, *Social Education*, 62(1), 6-9, (1998).
- [66] İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. ve Kıyıcı, M., “Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalcı Yaklaşım”, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(1), 85-92, (2002).
- [67] Jakubowski, E., *The Practise of Constructivism in Science Education*, In K.Tobin (Ed.), *Constructing Potential Learning Opportunities in Middle Grades Mathematics*, AAAS Press, Washington, (1993).

- [68] Kılıç, G., “Oluşturmacı Fen Öğretimi”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1, 7-22, (2001).
- [69] Bodner, G. M., “Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed?”, *Spectrum*, 28(1), 27-32.(1990).
- [70] Lavery, D. T. ve McGarvey, J. E. B., “A constructivist approach to learning”, *Education in Chemistry*, 28, 99-102, (1991).
- [71] Hand, B. ve Treagust, D. F., “Student achievement and science curriculum development using a constructivist framework”, *School Science and Mathematics*, 91 (4), 172-176, (1991).
- [72] Millar, R., Constructive Criticisms, *International Journal of Science Education*, 11, Special Issue, 587-596, (1989).
- [73] Sequeira, M., Leite, L. ve Duarte, M. C., “Portuguese science teachers' education: Attitudes and practice relative to the issue of alternative conceptions”, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 845-856, (1993).
- [74] Karplus, R., The Learning Cycle, In F. Collea (Eds.), *Workshop on physics teaching and the development of reasoning*, Stonybrook, NY: American Association of Physics, (1975).
- [75] Marek, E. A. ve Cavallo, M. L., *The Learning Cycle: Elementary School Science and Beyond*, Heinemann NH, Portsmouth, 70, (1997).
- [76] Blank, L. M., *Metacognition and the Facilitation of Conceptual and Status Change in Students' Concepts of Ecology*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University, (1997).
- [77] Lawson, A. E., “A Better Way to Teach Biology”, *The American Biology Teacher*, 50 (5), 266-278, (1988).

[78] Kabapınar, F.M., Sapmaz, N.A. ve Bıkmaz, F.H., Aktif Öğrenme ve Öğretmen Yöntemleri, Fen Bilgisi Öğretimi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Merkezi (EAUM) Yayınları, (2003).

[79] Rutherford, P.M., Ph. D., The Effect of Computer Simulations and the Learning Cycle on Students' Conceptual Understanding of Newton's Three Laws of Motion, The University of Missouri, Kansas City, (1999).

[80] Scolavino, R.A., Ph. D., Analysis of the Implementation of the Learning Cycle Teaching Strategy by Pre-Service Teachers in the Macstep Science Certification Program, The University of Wisconsin, Milwaukee, (2002).

[81] Patlı, U.H., Lise Kimya Öğretiminde Öğrenme Halkası Metodunun Başarıya Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (1998).

[82] Wells, M.H., Ph. D., Modeling Instruction in High School Physics, Arizona State University, (1987).

[83] Sunal, D.W., The Learning Cycle: A Comparison of Models of Strategies for Conceptual Reconstruction: A Review of the Literature, (<http://astlc.ua.edu / ScienceInElem / MiddleSchool/ 565learningcycle – comparingmodels.htm>), (2008).

[84] Cosgrove, M. ve Osborne, R., Lesson Frameworks for Changing Children's Ideas, In: *Learning in Science: The implications of children's science*, Osborne R. and Freyberg P. (Eds.), Heinemann, (1985).

[85] Dreyfus, A., Jungwirth, E. ve Eliovitch, R., “Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change – some implications, difficulties, and problems”, *Science Education*, 74 (5), 555–569, (1990).

[86] Tsai, C.C., “Enhancing science instruction: The use of ‘conflict maps’”, *International Journal of Science Education*, 22(3), 285–302, (2000).

- [87] Nussbaum, J. ve Novick, S., “Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy”, *Instructional Science*, 11, 183-200, (1982).
- [88] Champagne, A. B., Gunstone, R. F. ve Klopfer, L. E., Effecting changes in cognitive structures among physics students in *Cognitive Structure and Conceptual Change*, L. West and A. Pines (Eds.), Academic Press, (1985)
- [89] Rowell, J. A. ve Dawson, C. J., “Laboratory counter-examples and the growth of understanding in science”, *European Journal of Science Education*, 5 (2), 203-215, (1983).
- [90] Thomas, A. ve Windschitl, M., “Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs”, *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (2), 145–160, (1998).
- [91] Pintrich, P. R., Marx, R. W., ve Boyle, R. A., “Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change”. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199, (1993).
- [92] Caravita, S., ve Hallden, O., “Re-framing the problem of conceptual change”. *Learning and Instruction*, 4, 89-111, (1994).
- [93] Vosniadou, S., “What can persuasion research tell us about conceptual change that we did not already know”. *International Journal of Educational Research*, 35 (7-8), 731-737, (2001).
- [94] Vosniadou, S., ve Ioannides, C., “From conceptual development to science education: A psychological point of view”. *International Journal of Educational Research*, 20(10), 1213-1230, (1998).

- [95] White, R. T., ve Gunstone, R. F., “Metalearning and conceptual change”. *International Journal of Science Education*, 11 (Special Issue), 577-586, (1989).
- [96] Bransford, J.D., Brown, A.L. ve Cocking, R.R., How People Learn, National Academy Press, Washington, (2000).
- [97] Boddy, N., Watson, K. ve Aubusson, P., A Trial of The Five Es: A Referent Model for Constructivist Teaching and Learning, *Research in Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, 33, 27-42, (2003).
- [98] Trowbridge, L.W., Bybee, R.W. ve Powell, J.C., Models for Effective Science Teaching, *Teaching Secondary School Science Strategies for Developing Scientific Literacy*, An Imprint of Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, (2000).
- [99] Wilder, M. ve Shuttleworth, P., “Cell Inquiry Cycle Lesson”, *Science Activities*, 41 (5), 25-31, (2004).
- [100] Eisenkraft, A., “Expanding the 5E Model”. *Science Teacher*, 70 (6), 56-59, (2003).
- [101] Newby, D.E., Using Inquiry to Connect Young Learners to Science, National Charter Schools Institute, (http://www.nationalcharterschools.org/uploads/pdf/resource_20040617125804_Using%20Inquiry.pdf), (2004).
- [102] Özmen, H., Kimyasal Reaksiyonlar Ünitesindeki Kavramların Öğretimine Yönelik Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (2002).
- [103] Carreno, B., “Facilitating With “Eeeee’s”, *Strides Toward a Land Ethic*, 9 (1), (2004).
- [104] Sökmen, N., “Aktif Fen Eğitiminde Öğrenme Halkası Modeli”, *Çağdaş Eğitim*, 250, 25-28, (1999).

[105] Koç, G., Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Duyuşsal ve Bilişsel Öğrenme Ürünlerine Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, (2002).

[106] Arends, I.R., Learning to Teach, 5th Ed., McGraw Hill, New York, (2001).

[107] Windschitl, M., “The challenges of sustaining a constructivist classroom culture”, *Educational Psychology*, 121-126, (2000).

[108] Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E., “Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi”, V.Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara, (2002).

[109] Rowell, A. J., Dawson, C. J. ve Harry, L., “Changing Misconceptions: A challenge to science education”, *International Journal Science Education*, 12 (2), 167-175, (1990).

[110] Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. ve Gertzog, W.A., Accommodation of a scientific conception: Toward theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 211-227, (1982).

[111] Tyson, L.M., Venville, G.J., Harrison, A.G. ve Treagust, D.F., “A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom”, *Science Education*, 81, 387-404, (1997).

[112] Havu, S., “Examining young children’s conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective”, *International Journal of Science Education*, 27(3), 259-279, (2005).

[113] Duit, R. ve Treagust, D. “Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning”, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688, (2003).

- [114] Hallden, O., Conceptual change and contextualization, In W. Schnotz, S. Vosniadou and M. Carretero (Eds.), *New Perspectives on Conceptual Change*, Pergamon and Earli, Oxford, 53-65, (1999).
- [115] Strike, K. ve Posner, G., A revisionist theory of conceptual change, In R.A. Duschl and R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*, State University of New York Press, New York, 147-176, (1992).
- [116] Duit, R. ve Treagust, D., Learning in Science - From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond, B. J. Fraser and K. G. Tobin (Eds.), Kluwer Academic Publishers, (1998).
- [117] Hewson, P. W. ve Hewson, M. G., "The status of students' conceptions", R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*, Kiel, 59-73, (1992).
- [118] Fensham, P.J., Gunstone, R.F. ve White, R.T., The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning, Falmer, London, (1994).
- [119] Linder, C.J., "A challenge to conceptual change", *Science Education*, 77, 293–300, (1993).
- [120] Maloney, D.P. ve Siegler, R.S., "Conceptual competition in physics learning", *International Journal of Science Education*, 15, 283–295, (1993).
- [121] Dykstra, D.I., Boyle, C.F. ve Monarch, I.A., "Studying conceptual change in learning physics", *Science Education*, 76, 615–652, (1992).
- [122] Niedderer, H. ve Goldberg, F., "An individual student's learning process in electric circuits", NARST 1994 annual meeting, Anaheim, CA, (1994).
- [123] Demastes, S.S., Good, R.G. ve Peebles, P., "Patterns of conceptual change in evolution", *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 407–431, (1996).

- [124] Driver, R. ve Oldham, V., “A constructivist approach to curriculum development in science”, *Studies in Science Education*, 13, 105–122, (1986).
- [125] Mortimer, E.F., “Conceptual change or conceptual profile change?”, *Science Education*, 4, 267–285, (1995).
- [126] Scott, P.H., Asoko, H.M. ve Driver, R.H., Teaching for Conceptual Change: A Review of Strategies, R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, Kiel, (1991).
- [127] Küçüközer, H., Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Öğretim Modelinin Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devrelerine İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (2004).
- [128] Treagust, D., 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).
- [129] Mason, L., “Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy” *Instructional Science*, 22, 157-187,(1994).
- [130] Çağlar, A. ve Şahin, F., “Fen Öğretiminde Analojilerin Önemi”, *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 51, 224, (1997).
- [131] Berlyne, D. E., Children’s reasoning and thinking, In P. Mussen (Ed.), *Carmichael’s manual of child psychology*, Wiley, New York, 939–981, (1970).
- [132] Chan, C., Burtis, J. ve Bereiter, C., “Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change”, *Cognition and Instruction*, 15 (1), 1–40, (1997).

- [133] Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. ve Gamas, W. S., “Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education”, *Reading Research Quarterly*, 28(2), 116–159, (1993).
- [134] Zimmerman, B. J. ve Blom, D. E., “Toward an empirical test of the role of cognitive conflict in learning”, *Developmental Review*, 3, 18–38, (1983).
- [135] Georghiades, P., “Beyond conceptual change learning in science education: Focusing on transfer, durability, and metalearning”. *Educational Research*, 42, 119-139, (2000).
- [136] Beeth, M. E., “Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool”. *Science Education*, 82(3), 343-356, (1998).
- [137] Hewson, P. W., “A conceptual change approach to learning science”. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396, (1981).
- [138] Hewson, P. W., ve Hewson, M. G. A. B., “The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction”. *Instructional Science*, 13(1), 1, (1984).
- [139] Hewson, P. W., ve Thorley, N. R., “The conditions of conceptual change in the classroom”. *International Journal of Science Education*, 11 (Special issue), 541-553, (1989).
- [140] Sequeira, M., Leite, L. ve Duarte, M. C.,. “Portuguese science teachers' education: Attitudes and practice relative to the issue of alternative conceptions”. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 845-856, (1993)
- [141] Niaz, M., “Cognitive Conflict As a Teaching Strategy in Solving Chemistry Problems: A Dialectic – Constructivist Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 959-970, (1995).

[142] Limon, M., “On the Cognitive Conflict as an Instructional Strategy for Conceptual Changes: a Critical Appraisal”. *Learning and Instruction*, 36 (4-5), 357-380, (2001).

[143] Laney, D, “Microcomputers and social studies”. *OCSS Review*, 26, 30-37, (1990).

[144] Hounshell, P.B., ve Hill, S. R., “The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology”. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (6), 543-549, (1989).

[145] Evans, C., “Learning With Inquiring Minds, Students Are Introduced to the Unit on Gas Laws and Properties of Gases Using The 5E Model”, *The Science Teacher*, 71 (1), (2004).

[146] Sökmen, N., “Sorgulayarak Öğrenme Yönteminde Öğrenme Halkası Modeli”, *Eğitim ve Bilim*, 14 (114), 52-56, (1999).

[147] Cumo, J.M., Effects of the learning cycle instructional method on cognitive development, science process and attitude toward science in seventh graders, Unpublished phd dissertation, Kent State University, (1991).

[148] Keser, Ö.F. ve Akdeniz, A.R., “Bütünleştirici Öğrenme Ortamlarının Çoklu Araştırma Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi”, V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, (2002).

[149] Saunders, W. ve Stringham, J., “Learning Cycle Labs”, *Science Scope*, 22 (3), 38, (1998).

[150] Saka, A. ve Akdeniz, A.R., “Genetik Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilmesi ve 5E Modeline Göre Uygulanması”, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5 (1), 14, (2006).

[151] 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).

[152] 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).

[153] 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).

[154] 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).

[155] Kocakulah, A., Geleneksel Öğretimin İlk, Orta ve Yükseköğretim Öğrencilerinin Görüntü Oluşumu ve Renklere İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (2006).

[156] Nievas, F. ve Perales, F.J., “Teaching geometric optics: Research, results and educational implications”, *Research in Science and Technological Education*, 13 (2), 187, (1995).

[157] Şen, A.İ., “İlköğretim Öğrencilerinin Işık, Görme ve Aynalar Konusundaki Kavram Yanılgılarının ve Öğrenme Zorluklarının İncelenmesi”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 176-185, (2003).

[158] Galili, I., “Student’s conceptual change in geometrical optics”, *International Journal of Science Education*, 18, 847-868, (1996).

- [159] Hubber, P., “Secondary Student’s Perceptions of a Constructivist – Informed Teaching and Learning Environment for Geometric Optics”, *Teaching Science*, 51 (1), 26-29, (2005).
- [160] Fetherstonhaugh, T. ve Treagust, D.F., “Students’ understanding of light and its properties: teaching to engender conceptual change”, *Science Education*, 76, 653–672, (1992).
- [161] Galili, I. ve Hazan, A., “Learners’ knowledge in optics: interpretation, structure and analysis”, *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88, (2000).
- [162] Hubber, P., “Explorations of year 10 students’ conceptual change during instruction”, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6 (1), Article 1, (2005).
- [163] Yin, R.K., *Case study research: Design and methods*, CA: Sage, Beverly Hills, (1984).
- [164] McClintock, C., “Process sampling: A method for case study research of administrative behavior”, *Educational Administration Quarterly*, 21, 205-222, (1985).
- [165] Yıldırım, A. ve Şimşek, H., *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, 4.baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2004).
- [166] Hoepfl, M. C., “Choosing qualitative research: A primer for technology education researchers”, *Journal of Technology Education*, 9(1), 47-63, (1997).
- [167] 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).

[168] Heywood, D.S., “Primary Trainee Teachers’ Learning and Teaching About Light: Some pedagogic implications for initial teacher training”, *International Journal of Science Education* , 27 (12), 1447 -1475, (2005).

[169] Cansüngü, K.Ö., Fen Eğitiminde Yaratıcı Düşünceye Dayalı Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).

[170] Ekiz, D., Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş, Anı Yayıncılık, Ankara, (2003).

[171] Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H., “Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Etkinliklerin Uygulanmasının Etkililiğinin Araştırılması”, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 21-34, (2004).

[172] Taylor, P.C., Fraser, B.J. ve Fisher, D.L., “Monitoring constructivist classroom learning environments”, *International Journal of Educational Research*, 27, 293–302, (1997).

[173] Fraser, B.J., Giddings, G.J. ve McRobbie, C.J., “Evolution and validation of a personal form of an instrument for assessing science laboratory classroom environments”, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 399–422, (1995).

[174] Aldridge, J. M., Fraser, B. J. ve Huang T. I., “Investigating classroom environments in Taiwan and Australia with multiple research methods”, *Journal of educational research*, 93 (1), 48-62, (1999).

[175] Waldrup, B. G. ve Fisher, D. L., “Development and validation of a learning environment questionnaire using both quantitative and qualitative methods”, *Journal of classroom interaction*, 35, 25-37, (2000).

[176] Kim, H.-B., Fisher, D.L. & Fraser, B.J., “Assessment and investigation of constructivist science learning environments in Korea”, *Research in Science and Technological Education*, 17, 239–249, (1999).

[177] Lee, S.S.U. ve Fraser, B.J., “High school science classroom learning environments in Korea”, *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis, MO, (2001).

[178] Fraser, B.J. ve Wilkinson, W.J., “Science Laboratory Classroom Climate In British Schools And Universities”, *Research in Science and Technological Education*, 11 (1), (1993).

[179] Wong, A.F.L. ve Fraser, B.J., “Environment-Attitude Associations In The Chemistry Laboratory Classroom”, *Research in Science and Technological Education*, 14 (1), (1996).

[180] Wong, A.F.L., Young, D.J. ve Fraser, B.J., “A Multilevel Analysis of Learning Environments and Student Attitudes”, *Educational Psychology*, 17 (4), (1997).

[181] Henderson, D. G., Fisher, D. L. ve Fraser, B. J., Learning environment and student attitudes in environmental science classrooms, Proceedings Western Australian Institute for Educational Research Forum 1998, (<http://education.curtin.edu.au/waier/forums/1998/henderson.html>), (2002).

[182] Renner, J., Abraham, M. ve Birnie H., “The Necessity of Each Phase of the Learning Cycle in Teaching High School Physics”, *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (1), 39-58, (1988).

[183] Fish, L., “Why Use the 5E Model for Teaching Science?”, *Tapestries Times*, 1 (2), 2-3, (1999).

[184] LeCompte, M.D. ve Goetz, J.P., “Problems of reliability and validity in ethnographic research”, *Review of Educational Research*, 52, 31-60, (1982).

- [185] Yurdakul, B., “Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Sosyal – Bilişsel Bağlamda Bilgiyi Oluşturmaya Katkısı”, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (20), 39-67, (2008).
- [186] Kabapınar, F., “Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılacak bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417, (2003).
- [187] Kocakulah, M.S., Ph. D., A study of the development of Turkish first year university students’ understanding of electromagnetism and the implications for instruction. The University of Leeds, School of Science, (1999).
- [188] Novak, J. D., A Theory of Education. Ithaca, N. Y. Cornell University Press, (1977).
- [189] Büyüköztürk, Ş., Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, PegemA Yayıncılık, Ankara, (2004).
- [190] Kanlı, U. ve Yağbasan R., “Proje-2061’in Işığında Fizik Ders Kitaplarının Eğitimsel Tasarımına Eleştirel Bir Bakış”, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 129, (2004).
- [191] Chinn, C. A. ve Brewer, W. F., “The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science education”. *Review of Educational Research*, 63, 1–49, (1993).
- [192] Bliss, J. ve Ogborn, J., “Force and motion from the beginning”. *Learning and Instruction*, 4, 7–25, (1994).
- [193] Chi, M. T. H., Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science, In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science*, Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 129–160, (1992).

- [194] Duit, R., “Constraints on knowledge acquisition and conceptual change: The case of Physics”, Paper presented at the 6th European Conference for Research on Learning and Instruction, Nijmegen, (1995).
- [195] Thorley, N.R., The role of the conceptual change model in the interpretation of classroom interactions, Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin – Madison, Wisconsin, (1990).
- [196] Hewson, P. ve Lemberger, J., Status as the hallmark of conceptual learning, In R. Millar, J. Leach. ve J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research*, Buckingham, UK: Open University Pres, 110–125, (2000).
- [197] Minstrell, J., Facets of students’ knowledge and relevant instruction. In R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, Kiel, Germany, 110-128, (1992).
- [198] DiSessa, A., “Toward an epistemology of physics”, *Cognition and Instruction*, 10, 105-225, (1993).
- [199] Watts, M., “Student conceptions of light: a case study”, *Physics Education*, 20, 183-187, (1985).
- [200] 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).
- [201] Yürümezoğlu, K. ve Sözeri E. A., “Activity teaches mirror concepts”, *Physics Education*, 44, 462-463, (2009).