

**GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ KAVRAM  
YANILGILARININ KAVRAMSAL DEĞİŞİM  
METİNLERİ İLE GİDERİLMESİ**

**Süleyman AYDIN**

**Doktora Tezi**

**Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi**

**Anabilim Dalı Fizik Eğitimi**

**Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP**

**2007**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ KAVRAM  
YANILGILARININ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ İLE  
GİDERİLMESİ**

**Süleyman AYDIN**

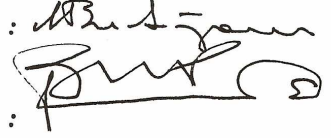
**ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ERZURUM  
2007**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP danışmanlığında Süleyman AYDIN tarafından hazırlanan bu çalışma 16/10/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak Kabul edilmiştir.

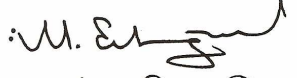
Başkan :Prof.Dr. Hasan ERDOĞAN

İmza : 

Üye :Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Mehmet ERTUĞRUL

İmza : 

Üye : Doç.Dr. Önder ŞİMŞEK

İmza : 

Üye: :Yrd. Doç.Dr. İbrahim KARAMAN

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Mehmet ERTUĞRUL

  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Doktora Tezi

### GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ İLE GİDERİLMESİ

Süleyman AYDIN

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP

Bu çalışma, Fen Bilgisi öğretmenliği programı öğrencilerinin geometrik optik konusundaki kavram yanlışlarını tespit ederek, bu kavram yanlışlarını kavramsal değişim metinleriyle gidermeyi amaçlamıştır. Çalışma verilerinin elde edilmesinde; birinci aşamada 2004-2005 Eğitim-Öğretim yılı güz yarıyılında Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programındaki 90 ikinci sınıf öğrencisine 19 maddelik üç aşamalı bir test ve klasik sınav uygulayarak bu öğrencilerden rasgele seçilen 10 öğrenciye 10 açık uçlu sorudan oluşan bir mülakat gerçekleştirilerek kavram yanlışları tespit edilmiştir. Test ve mülakattan elde edilen bulgular, öğrencilerin ışığın; yayılması, kırılması ve yansıması konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. İkinci aşamada ise 90 öğrenciden oluşan örneklem iki gruba ayrılmış ve bunlardan birisi deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda uygulanacak kavramsal değişim yöntemi için kavramsal değişim metinleri hazırlanmıştır. Birbirlerine paralel olarak deney grubuna KDM yöntemi, kontrol grubuna ise geleneksel ders anlatım yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra deney ve kontrol grubuna 19 soruluk test, son-test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubundan tutarlı gözükten 35'er öğrencinin verileri dikkate alınmıştır. Ön-test ve son test olarak kullanılan test için Windows uyumlu SPSS-11 programı kullanılarak Cronbach-Alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanmış, testin  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı 0.69 olarak bulunmuştur. Çalışma, geometrik optik konusunda kavram yanlışlarını gidermede kavramsal değişim metinlerinin geleneksel ders anlatım yönteminden daha etkili olduğunu göstermiştir.

**2007, 194 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Fen Eğitimi, Fizik Eğitimi, Optik, Geometrik optik, Kavram Yanlışları, Kavramsal Değişim Metinleri.

## **ABSTRACT**

Ph. D. Thesis

### **ELIMINATING THE MISCONCEPTIONS ABOUT GEOMETRIC OPTICS BY CONCEPTUAL CHANGE TEXTS**

Süleyman AYDIN

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Secondary Science and Mathematics Education

Supervisor: Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP

By exploring the Science Teacher program students' misconceptions, this study is aimed to eliminate their misconceptions about geometric optics with conceptual change texts. At the first stage, The data were obtained by applying a three-tired multiple choice test containing 19 questions, improved for Agri Education Faculty Science Teaching Department 90 sophomore students and a classic exam related to the subject in Autumn season. To determine misconceptions concerning the geometric optics, randomly chosen 10 sophomore students were interviewed with 10 open-ended questions. Findings obtained from the test and interviews showed that students have misconceptions about "propagation of light", "reflection of light" and "refraction of light". At the second stage, the sample composed of 90 students were separated into two group as experimental group and control group. The conceptual change texts were prepared then to apply for instructional method in experimental group. By being parallel to each other conceptual change text method for experimental group and traditional lecturing method for control group were applied respectively. Later the test consisting 19 multiple choice test were applied as post-test in both experimental and control group. The data appearing coherent of 35 each of experimental and control group were taken into consideration. Reliability of the test that used as pre-test and post-tests were calculated by Cronbach-Alfa coefficient as 0,69 by using SPSS-11 for Windows. The study showed that the conceptual change texts are more effective than traditional method for instruction to eliminate students' misconceptions about geometric optics.

**2007, 194 pages**

**Keywords:** Science Education, Physics Education, Optics, Geometric Optics, Misconceptions, Conceptual Change Texts.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya beni yönlendiren araştırmanın her aşamasında her türlü desteği sağlayan ve gerektiğinde yüreklendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP'a en içten teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım süresince katkılarını aldığım Ağrı Eğitim Fakültesi Dekanlığına, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümüne teşekkür ederim.

Yine Çalışmalarım boyunca bana ilgili konularda her türlü desteği esirgemeyen başta Sayın Prof. Dr. Mehmet ERTUĞRUL, Sayın Doç. Dr. Ümit TURGUT, Sayın Doç. Dr. Önder ŞİMŞEK olmak üzere Fizik Eğitimi Anabilim Dalı tüm elemanlarına ve Sayın Dr. Ali KAYA'ya teşekkür ederim.

Süleyman AYDIN

Haziran 2007

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Kuramsal Bilgiler.....	10
1.1.1. Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları .....	10
1.1.1.a Öğrenme Kuramları.....	11
1.1.1.b. Jean Piaget'in öğrenme kuramı .....	11
1.1.1. c. Öğrenme halkası yaklaşımı .....	14
1.1.1.d. Jerome Bruner'in öğrenme kuramı .....	15
1.1.1.e. Robert Gagné'nin öğrenme kuramı .....	16
1.1.1.f. David Ausubel'in öğrenme kuramı .....	17
1.1.1.g. Yapılandırmacı (Constructivist) öğrenme kuramı .....	18
1.2. Öğrenme kuramlarının fen bilimleri öğretimine etkileri.....	23
1.2.1. Piaget'nin zihinsel gelişim dönemleri fen öğretimini nasıl etkilemiştir?.....	23
1.2.2. Bruner fen öğretimini nasıl etkilemiştir? .....	23
1.2.3. Gagné Fen öğretimini nasıl etkilemiştir? .....	24
1.2.4. Ausubel fen öğretimini nasıl etkilemiştir? .....	25
1.2.5. Öğrenme halkası yaklaşımı fen öğretimini nasıl etkilemiştir?.....	26
1.2.6. Bütünleştirici öğrenme fen öğretimini nasıl etkilemiştir?.....	27
1.3. Fen bilimlerini anlamada engel olarak kavram yanılgıları .....	27
1.3.1. Kavram yanılgılarının türleri.....	28
1.4. Kavram Yanılgıları Nasıl Ortadan Kaldırılır?.....	30
1.4.1. Kavram yanılgılarını belirleme .....	31
1.4.2. Öğrencilere kavram yanılgılarının üstesinden gelmede yardım etme.....	35
1.4.3. Kavramsal değişim yaklaşımı .....	37
1.5. Kavramsal değişim metinleri .....	42
1.6. Işık ve görüntü hakkındaki kavram algılamaları.....	44

1.6.1. Işık ve görüntünün anahtar kavramları .....	45
1.6.2. Işığın doğası ve ışığın doğrusal hareketi.....	45
1.6.3. Işığın yansımaları.....	45
1.6.4. Işığın kırılması .....	46
1.6.5. Işığın rengi .....	46
1.6.6. Aynalarda ve mercekler görüntü oluşumu .....	46
1.7. Öğrencilerin ışık ve görüntü hakkındaki alternatif kavramları.....	47
1.7.1. Bir eleman olarak ışık ve ışığın doğrusal hareketi.....	47
1.7.2. Görüntü .....	47
1.7.3. Işığın yansımaları.....	48
1.7.4. Işığın kırılması .....	48
1.7.5. Işığın rengi .....	48
1.7.6. Merceklerde ve aynalarda görüntü oluşumu.....	49
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>51</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>64</b>
3.1. Problem ve Hipotezler.....	64
3.1.1. Çalışmanın amacı .....	64
3.1.2. Alt problemler .....	64
3.1.3. Hipotezler.....	65
3.2. Yöntem.....	66
3.3. Çalışmanın örnekleme .....	67
3.4. Değişkenler .....	68
3.4.1. Bağımsız değişkenler .....	68
3.4.2. Bağımlı değişkenler .....	68
3.5. Çalışmada Kullanılan Araçlar .....	68
3.5.1. Işığın yayılması kırılma ve yansıma konusunda hazırlanmış açık uçlu yüz yüze görüşme soruları.....	68
3.5.2. Üç aşamalı kavram yanlışlığı testi .....	69
3.6. Uygulama .....	71
3.7. Verilerin analizi.....	75
3.8. Araştırmanın kabulleri ve sınırlılıkları.....	76
3.8.1. Kabuller.....	76



3.8.2. Sınırlılıklar .....	76
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>77</b>
4.1 Mülakattan Elde Edilen Bulgular.....	77
4.2. Ön-Testten Elde Edilen Bulgular.....	81
4.2.1. Kontrol grubu ön-test bulguları.....	81
4.2.1.a: Işığın yansımaları ile ilgili elde edilen yanılgılar .....	82
4.2.1.b: Işığın kırılması ile ilgili elde edilen yanılgılar .....	86
4.2.1.c: Işığın doğası ve yayılması konusunda elde edilen yanılgılar .....	89
4.2.2: Deney grubu ön-test bulguları.....	90
4.2.2.a: Işığın yansımaları ile ilgili elde edilen yanılgılar .....	90
4.2.2.b: Işığın kırılması ile ilgili elde edilen yanılgılar .....	95
4.2.2.c: Işığın doğası ve yayılması konusunda elde edilen yanılgılar .....	97
4.3. Son-Testten Elde Edilen Bulgular.....	99
4.3.1. Deney grubu ışığın yansımaları ile ilgili bulgular .....	99
4.3.1.a. Işığın yansımaları ile ilgili bulgular .....	99
4.3.1.b. Işığın kırılması ile ilgili bulgular.....	105
4.3.1.c. Işığın doğası ve yayılması ile ilgili bulgular .....	107
4.3.2.Kontrol grubu son-test sonuçları.....	109
4.3.2.a. Kontrol grubu ışığın yansımaları ile ilgili bulgular. ....	109
4.3.2.b. Işığın kırılması ile ilgili bulgular.....	111
4.3.2.c. Işığın doğası ve yayılması ile ilgili bulgular .....	112
4.4. Sonuçların Karşılaştırılması.....	112
4.4.1. Ön-test sonuçlarının karşılaştırılması.....	113
4.4.2. Son-test sonuçlarının karşılaştırılması .....	114
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>115</b>
5.1 Öneriler .....	120
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>123</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>130</b>
EK 1. ....	130
EK 2. ....	132
EK 3. ....	157
EK 4. ....	185

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AÇT	Anlam Çözümleme Tabloları
KA	Kavram Ağları
KDM	Kavramsal Değişim Metinleri
KH	Kavram haritaları
ZH	Zihin Haritaları
p	Önem derecesi
sd	Standart sapma
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
$\bar{X}$	Ortalama

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Somut ve soyut işlemler dönemlerinin karşılaştırılması.....	14
Çizelge 1.2	Geleneksel ve yapılandırmacı görüşlerin karşılaştırılması....	19
Çizelge 1.3	Geleneksel ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarının karşılaştırılması.....	21
Çizelge 2.1	Geometrik optikte öğrenci kavram yanılgıları ve uygulanan öğretim yöntemi sonunda bu yanılgıların düzeltilme yüzdeleri..	61
Çizelge 3.1	Yarı-Deneysel yöntem.....	66
Çizelge 3.2	Deney grubuna uygulanan program.....	74
Çizelge 4.2.1	Kontrol grubu ön-test sonucunda ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	82
Çizelge 4.2.2	Kontrol grubu ön-test sonucu ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	88
Çizelge 4.2.3	Kontrol grubu ön-test sonucunda ışığın yayılması ile ilgili sorulardan elde edilen bulgular.....	90
Çizelge 4.2.4	Deney grubu ön-test sonucunda ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	91
Çizelge 4.2.5	Deney grubu ön-test sonucunda ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	97
Çizelge 4.2.6	Deney grubu ön-test sonucunda ışığın yayılması ile ilgili Sorulardan elde edilen bulgular.....	99
Çizelge 4.3.1	Deney grubu son-test sonucunda ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	104
Çizelge 4.3.2	Deney grubu son-test sonucunda ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	107
Çizelge 4.3.3	Deney grubu son-test sonucunda ışığın yayılması sorularından elde edilen bulgular.....	108
Çizelge 4.3.4	Kontrol grubu son-test sonuçlarına göre ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	110
Çizelge 4.3.5	Kontrol grubu son-test sonucu ışığın kırılması ve kırılma ile	

	oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.....	111
Çizelge 4.3.6	Kontrol grubu son-test sonucu ışığın yayılması sorularından elde edilen bulgular.....	112
Çizelge 4.4.1	Deney grubu ve kontrol grubu ön-test sonuçlarının karşılaştırılması.....	113
Çizelge 4.4.2	Deney grubu ve kontrol grubu son-test sonuçlarının karşılaştırılması.....	114
Çizelge 5.1	Kontrol grubu ve deney grubu ön-test ve son-test arasındaki t-testi sonuçları.....	118
Çizelge 5.2	Kontrol grubu ve deney grubu son-testler arasındaki t-testi sonuçları.....	118

## 1. GİRİŞ

Eğitim araştırmaları, eğitim hakkındaki fikirlerin çoğunu ve eğitimdeki hedeflerimizi başarmak için kullandığımız uygulamaları etkilemiştir. Bu nedenle eğitimciler, sürekli olarak eğitim süreçlerini anlamaya çalışmaktadırlar. Onlar aynı zamanda eğitimin öğrenciler, öğretmenler, aileler ve eninde sonunda toplum ve ulus üzerindeki kısa ve uzun süreli etkilerine yönelik profesyonel kararlar vermek istemektedirler. Çünkü hem toplum yaşantısının hem de ülkelerin gelişmesinin, kalkınmasının, sanayileşmesinin temel öğesi olan bilgi, ancak etkili bir eğitim sonucunda edinilebilir.

Kişiler, elde ettiği standart ve başarıları eğitime borçludur. İyi bir eğitim kişinin hayat standardını yükseltir ve insanlara hayattaki çeşitli olaylar arasındaki bağlantıları ve ilkeleri anlama becerisini kazandırarak onlarda yeni ilgi alanlarının gelişmesine yardım eder. Eğitim insanın bilerek düşünce üretmesine ve yaratıcılığına katkı yapar. Ayrıca eğitim ğretim ortamı, kişiye farklı ilgilere, becerilere, görüş ve inançlara sahip insanlarla bir araya gelme firsatı sağlar. Böylece kişinin ufkunu genişletmesi, yeni sentez ve yorumlarla tanışması mümkün olur.

Ertürk, eğitimi “biyolojik-kültürel ve sosyal bir varlık olarak bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme süreci” olarak tanımlamaktadır (Ertürk 1979). Farklı felsefi sistemler incelendiğinde, bir ülkenin kalkınmışlığının (ekonomik, kültürel, toplumsal vb.) eğitime ayırdıkları pay ile paralellik gösterdiğine dikkat çektikleri görülmektedir. Her felsefi sistem ve psikolojik yaklaşım eğitime bir amaç yükleyerek farklı tanımlamalarda bulunmuşlardır. İdealistler eğitimi; Tanrıya ulaşma süreci için yapılan etkinlikler, Realistler; insanı toplumun başat değerlerine göre yetiştirme süreci, Marksistler; çelişkiyi en aza indirip üretimde bulundurma süreci, Pragmatistler; yaşantılar yolu ile kişide istendik davranış değişikliği oluşturma süreci, Varoluşcular ise insanı sınır durumuna getirme süreci olarak ele almışlardır (Sönmez 2001).

a. Eğitim, bilim alanı olarak çok geniş bir içeriğe sahiptir. Eğitim, plânlı ve programlı değişmeleri içerir ve rastlantılara yer vermez. Bireylerin davranış değişliklerini toplum tarafından kabul görecektir, toplumun istediği yönde olacak şekilde düzenler. Her şeyi yaparak yaşayarak öğrenmenin, davranış değişliklerini olumlu yönde etkileyeceğini kabul eder.

Yukarıdaki tanımlardan bir sentez yapılacak olunursa; Eğitimi, öğrenenle öğreten arasında olan, bireysel öğrenmeyi sağlayan ve kişiliğin oluşmasına etki eden, toplumsal uyumu gerçekleştiren, kişinin modern ve entelektüel olmasına katkı sağlayan bir süreçtir diye tanımlayabiliriz.

Eğitimin önemi; demografik yapılanmalar gerektiğinde, ihtiyaçlar arttığında, toplumların ve ülkelerin yeni vizyonları belirlendiğinde daha da artmaktadır. Geleneksel öğretim sistemine göre işleyen okulların gösterdikleri çabalar çağın değişim ve gelişmelerine uymada, ihtiyaçları karşılamada ve yeni yapılandırmalar gerektiğinde oldukça yetersiz kalmaktadır. Çünkü böyle eğitim biçimleri öğrenme kültürü geliştirmekten daha çok okul ve öğretmen egemenliğine odaklanmıştır. Bu durum eğitim sistemlerine yeni uygulamaların katılmasını zorunlu kılmaktadır.

20. yüzyılın ortalarında, dünya çapında başlayan eğitimde reform hareketleri sonucu, daha uzun süreli ve daha anlamlı öğrenmenin önemi de belirginleşmiştir. Bu önemin hissedilmesi ile beraber eğitim ve öğretimde daha kaliteli ve öğrenciler tarafından daha çabuk kabul görecektir yaklaşımlar üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda son yıllarda yapılan araştırmaların çoğu, öğrencilerin bilişsel (cognitive) öğrenme süreçleri üzerine odaklanmıştır. Bununla beraber yukarıda bahsettiğimiz reform hareketleri ile birlikte klasik eğitim ve öğretim metotlarına alternatif olarak, öğrencinin sınıf içi performansını geliştirmeye yönelik, öğrenciyi daha aktif kılan metotlar geliştirilmiştir (Bruner and Goodnow 1967). Bu çalışmalar ile eğitimde kalitenin artırılması, öğrencinin derse karşı motivasyonunun yükseltilmesi, öğretilen ve öğrenilen bilgilerin kavranma derecesinin en üst düzeye çıkarılması ve sonuç olarak da öğretim kalitesinin tümüyle güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

Öğrenme ise, tekrar veya yaşantı yoluyla davranışta veya düşünce düzeyinde meydana gelen kalıcı değişikliklerdir (Büyükkaragöz ve Çivi 1996). Öğrenme, uyarıcı ile davranım arasında bağ kurmaktadır (Thorndike 1913; Skinner 1968). Öğrenme, hem zekanın, hem güdülenmenin, hem de transferin ürünüdür (Bruner and Goodnow 1967; Ausubel 1968). Öğrenmenin daha iyi yapılabilmesi ve öğretimin en iyi şekilde planlanabilmesi için farklı öğrenme modelleri önerilmiştir. Etkili bir eğitim ancak uygun ortamda ve uygun araçlarla yapılabilir. Çünkü bu tür eğitim, öğrencilere bilgi ve yetenekleri doğrultusunda ilerleme ve öğrenme kaynağı ile doğrudan iletişim kurmasına olanak sağlar. Bu sürecin amaçlanan şekilde gerçekleşebilmesi için ders programlarının uygulanması aşamasında öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ile ilgili araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bu araştırmalar genellikle kavram taraması ve genel kavramlar hakkında öğrencilerin fikir, duygu ve düşüncelerinin ortaya çıkarılması şeklinde görülmektedir (Çepni vd. 1997).

Ülkelerin gelişmişlikleri ekonomik ölçülerle belirlenmekte, ekonomik kalkınma fen ve teknolojide elde edilen başarılar ile sağlanmaktadır. Ulu önderimiz Atatürk' ün "Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için, muvaffakiyet için hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında mürşit aramak gaflettir, cehalettir, dalalettir" sözü fennin öneminin ulusların vizyonunda ne kadar önemli olduğunu bize göstermektedir. Bu nedenle Fen Bilimlerinin ve Fen Bilimleri eğitiminin ülkelerin gelişiminde de önemi göz ardı edilemez.

Fen bilimleri eğitiminin öğretiminde fizik öğretimi, diğer fen bilimleri olan matematik, kimya, biyoloji ve mühendislik bilimlerine temel oluşturduğu için daha önemlidir. Fizik evrenimizdeki doğal olayların anlaşılmasıyla ilgili deneysel gözlemler ve nicel ölçümlere dayanan temel bir bilim dalıdır. Fizik evreni anlama, evrendeki olayların neden ve sonuçlarını öğrenme ve bunları matematiksel metotlarla ifade etme işidir. Burada amaç doğaya insanlığın yararına olacak şekilde yön verebilmektir. Tüm doğa bilimlerinin kaynağı fiziktir ve tüm mühendislik dalları fizik prensiplerini kullanır.

Günlük hayatımızda karşılaştığımız, kullandığımız ve gözlemlediğimiz birçok durum fizik ile ilgilidir. Fizik öğrencilerin hayatına o kadar girmiştir ki; dünyada nereye gidilirse gidilsin, canlılar, yeryüzü, gökyüzü, hava, su, ısı, ışık, yerçekimi vs. gibi konular olarak daima öğrencilerin çevresinin ayrılmaz bir parçasını teşkil eder. Bu nedenle günümüz teknolojisindeki olağanüstü gelişmeleri takip edebilmek için temel bilimlerin eğitim-öğretimine büyük önem verilmelidir. Temel bilimlerin içerisinde önemli yeri olan fizik alanında eğitim-öğretimin istenilen düzeyde olması için fizik eğitimindeki eksikliklerin saptanıp uygun çözüm yollarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeleri takip edebilecek, temel bilimlere hâkim, araştırmacı ruhlu bilim adamlarının yetiştirilmesi sağlanabilir. Öğrencilerin günün şartlarına uygun fizik eğitimi alması ve temel bilimlerin içerisinde önemli yeri olan fizik dersinin en iyi şekilde öğrenimi ve öğretimi bir ülkenin bilimsel geleceği açısından çok önemlidir (Aycan ve Yumuşak 2003).

Fizik eğitiminin iyi yapılması ancak yeni ve etkin öğretim yöntem ve tekniklerinin uygulanması ile olabilmektedir. Bu yöntem ve teknikler arasında en önemli yeri de kavram öğretimi almıştır. Son yıllarda öğrencilerin temel fen kavramlarını anlamalarını belirlemeye yönelik gerek ulusal, gerekse uluslararası literatürde çok sayıda çalışma yapılmıştır (Geban ve Bayır 2000; Kaya ve Büyükkasap 2004; Kaya ve Kavcar 2002; Carmichael *et al.* 1990; Pfund and Duit 1991; Wandersee *et al.* 1994; Gilbert and Watts 1983; Helm 1980; Novak 1977; Driver and Easley 1978). Kavram öğrenimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi de öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları ön bilgilerdir. Literatürdeki pek çok çalışma öğrencilerin sınıfa fen olaylarıyla ilgili bilimsel çevreler tarafından kabul edilenlerden farklı çeşitli ön bilgi ve kavramlarla geldiklerini ve bu ön kavramların öğrencilerin bilimsel prensipleri ve kavramları doğru şekilde öğrenmelerini engelleyebildiğini göstermektedir (Griffiths and Preston 1992; Andersson 1986). Öğrenmenin nasıl meydana geldiğini açıklamak üzere ortaya atılan ve özellikle son yirmi yıldır en çok savunulan öğrenme teorilerinden birisi olan bütünlendirici (constructivist) öğrenme teorisine göre, öğrenci yeni elde ettiği bilgileri daha önceden sahip olduğu bilgiler ile karşılaştırarak anlamlı hale getirir (Bodner 1986). Bu nedenle öğrencilerin ön bilgileri ve varsa yanlış kavramaları ciddi bir şekilde ortaya



çıkarılmalı ve öğretim bunların dikkate alınmasıyla planlanmalıdır. Bu tür ön bilgiler genellikle kabul edilen bilimsel teorilerden daha az mantıklı, daha az kesin, daha az yaygındır, öğretime karşı dirençlidirler ve öğrenci yeni kazandığı bilgileri bu ön bilgiler üzerine kurmaktadır. Bu nedenle ön bilgiler hatalı ise onlar üzerine inşa edilen bilgiler de hatalı olabilir (Hewson and Hewson 1984). Öğrencilerin sahip oldukları bu hatalı ön bilgilerin doğru bilgilerle değiştirilmesi kavramsal değişim olarak adlandırılır. Kavramsal değişimin gerçekleştirilebilmesi için:

- i. öğrencinin kendi bilgisinin yetersizliğinin farkına varması,
- ii. öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi anlaşılabilir bulması,
- iii. öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi mantıklı bulması,
- iv. öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi karşılaştığı yeni problemlerin çözümünde kullanması gerektiği savunulmaktadır (Posner *et al.* 1982).

Yukarıda da ifade edildiği gibi, son zamanlarda fizik eğitiminde kavram öğretimine büyük önem verilmektedir. Bunun değişik nedenlerinden bazıları şöyle sıralanabilir.

- 1- Günümüz öğretim yaklaşımları, kalıcı öğrenmenin matematiğe dayalı değil, kavramsal olduğunu kabul etmektedir.
- 2- Öğrencilerin günlük yaşantılarından ve daha önceki deneyimlerinden kazandıkları bilgiler, daha sonra öğrenecekleri bilgiler üzerinde ciddi etkiler yapmaktadır. Özellikle, öğrencilerde yanlış anlamalar varsa bunların, yeni bilgilerin öğrenilmesi üzerine olumsuz etkileri olmaktadır.
- 3- Öğrenci, bilgilerini karşılaştığı yeni durumlara uygulayabildiği sürece öğrenmiş sayılır.
- 4- Bilimin ve araştırmaların gelişmesi sonucunda her gün yeni bilgiler keşfedilmektedir. Bu gelişme öylesine hızlı olmaktadır ki insanın algı sınırlarını

aşmaktadır. Bundan dolayı, kavramsal olarak temel bilgiler kazanmak daha önemli hale gelmektedir.

5- Öğrencilerin daha önceki eğitim-öğretimlerinden ve çevreyle etkileşimlerinden kazandıkları yanlış anlamalar düzeltilmeden, bilimsel olarak kabul edilebilir bir düzeyde kavramsal öğrenme gerçekleşmez.

6- Sınıfta farklı düzeylerde öğrenciler bulunduğu için her birinin öğrenme hızı da farklı olacaktır. Öğretmen, kavram öğretimine önem vererek her düzeye uygun bir öğretim planı yapmalıdır.

7- Kavram öğretiminde, basitten karmaşığa doğru hiyerarşik bir sıra vardır. Öğretmenin, kavramları, öğrencilerin bu hiyerarşideki yerini tespit ederek öğretmesi daha etkili olacaktır (Ayas ve Demirbaş 1997).

Kavram öğretiminin gerekçelerini artırmak mümkündür. Fakat yukarıda bahsedilen noktalar en önemlileridir.

Kavram öğretimindeki geleneksel yöntem, öğrenciye kavramı ifade eden sözcüğü vermek, kavramın sözel bir tanımını yapmak, tanımın anlaşılması için kavramın tanımlayıcı ve ayırt edici niteliklerini belirtmek, öğrencinin kavrama dahil örnekler ile dahil olmayan örnekler bulmasını sağlamak gibi basamaklardan oluşur. Bu yöntem, kavramları öğretmede yeterince etkili olmaz; çünkü birçok kavramda sıkıntı, kesin bir sözel tanım yapılamamasından kaynaklanır. Geleneksel yöntemin etkili öğrenme açısından başka güçlükleri de bulunmaktadır. Bu güçlüklerin aşılması daha etkili bir öğrenmenin meydana gelebilmesi için öğrenmenin nasıl gerçekleştiğinin bilinmesi gerekmektedir.

Öğrenmenin gerçekleşme yollarını açıklamaya çalışan çeşitli öğrenme kuramları bulunmaktadır. Bilişsel öğrenme kuramı, bunlar içerisinde en fazla kabul görenidir. Bilişsel öğrenme genellikle kavramlar, prensipler, kanunlar, teoriler ve problem çözme süreciyle ilgili bilgilerin öğrenilmesini içerir. Gerçekte öğrenme bilişsel, duyuşsal ve devinişsel olmak üzere üç ana bölüme ayrılmaktadır. Fakat bu üç alan arasında çok sıkı bir ilişki olduğundan bunları kesin çizgilerle birbirinden ayırmak güçtür.

Düşüncenin birimleri ve bilgilerin yapı taşları olan kavramlar ve bunlar arasındaki ilişkiler bilimsel ilkeleri oluşturur (Nakipoğlu 1999). Fen bilimlerindeki kavramların ise, birbiri ile ilişkili olmalarının yanında, çoğu zaman karmaşık ve öğrencinin gözüyle göremeyeceği soyut kavramları içermesi açısından da, bu kavramların hiyerarşik bir düzenle, anlamlı bir şekilde öğrenilmesi güçleşmekte ve öğrenciler, içice giren bu kavramları ezberlemeyi tercih etmektedirler. Anlamlı öğrenmeden uzak, ezberleme yöntemiyle edinilen bilgi, öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına ve yeni edinilen her bilgi üzerine bu yanlışların eklenmesiyle, öğrenci için fen eğitimini karmaşık olmasından çok, sevilmeyen ders olarak nitelendirilmesine kadar sürüklemektedir (Yılmaz vd. 1998).

Kavram yanlışları daha çok kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere ve düşüncelere aykırı, anlamlı öğrenmeyi engelleyici bilgilerdir (Özkan vd. 2001). Bu nedenle, günümüzde fen bilgisi eğitiminin başta gelen amaçlarından biri de, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının tespit edilerek giderilmesi için yardımcı olmaktır. Bu alanda araştırmalar yürütülmektedir (Bilgin ve Geban 2001; Büyükkasap vd. 2001a; Eryılmaz 2002; Esiobu and Soyibo 1995; Fetherstonehaugh and Treagust 1992). Çalışmalar, kavram yanlışlarını, günlük hayattaki deneyimler ile kazanılan kavram yanlışları ve öğretim boyunca kazanılan kavram yanlışları olarak iki temel sınıfa ayırmaktadır. Günlük hayattaki deneyimler sonucunda kazanılan kavram yanlışları, öğrencilerin mevcut bilgileri ile duyuşsal bilgileri üzerinden mantıksal yorum yapmaları sonucunda oluşmaktadır. Bu yorumlar genellikle, bugüne kadar bilim adamlarının kabul ettikleri teorilerden ve görüşlerden farklılık göstermektedir. Bu tür kavram yanlışları çoğu zaman, yeni bir konunun öğretimine başlamadan önce görülür ve değiştirilmesi çok zordur. İkinci olarak öğrencilerin eğitimleri boyunca okul ya da okul dışında kazandıkları kavram yanlışlarıdır. Bu tür kavram yanlışlarının oluşmasına; öğrencilerin mevcut bilgilerinin yetersizliği, kısa sürede gereğinden fazla bilginin ezberlenmesi, konuların uygun öğretim yöntemleriyle verilmemiş olması, bilimsel kavram, formül ve benzer terimlerin anlamlarının birbirine karıştırılması veya yanlış algılanması ve yorumlanması neden olarak gösterilmektedir (Bilgin ve Geban 2001). Fen bilimleri eğitimi alanında kavram yanlışları üzerinde yapılan çalışmalar

daha çok, kavram yanlışlarının tespiti üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ancak, yanlışların tespiti kadar, giderilmeye çalışılması da bir o kadar önemlidir. Dolayısıyla, kavram yanlışlarının giderilmesi, yeni bilgilerin yanlış olanlar üzerine yapılandırılmaması, bunun yerine kavramın diğer kavramlar arası ilişkilendirilmelerle öğretilmesi daha bir önem kazanmaktadır (Özkan vd. 2001). Bu alanda fizik ve fen eğitimi ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır (Epik vd. 2002; Geban ve Başer 2007; Gülçiçek ve Yağbasan 2004; Leura and Zitzewitz 2005). Fen eğitimi ile amaçlanan hedeflerin gerçekleştirilebilmesi, soyut ve karmaşık olan fen konularının anlaşılabilirliğinin artırılması ve etkili yöntem ve tekniklerin kullanılmasıyla mümkün olacağına inanılmaktadır.

Fen eğitiminde ve özellikle fizik eğitiminde öğrencilerin yaygın kavram yanlışlarına sahip olduğu konulardan birisi de optik konusudur. Müfredat programlarındaki diğer bazı konuların öğrenilmesine temel teşkil etmesi nedeniyle optik konusunun anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, optik konusuyla ilgili kavram yanlışlarının boyutunun ve ortaya çıkış nedenlerinin incelenmesi, bu tür kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik öğretim tekniklerinin geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu durum, bilimsel kavramların daha iyi anlaşılmasına yönelik yöntemlerin geliştirilmesi aşamasında, öğrencilerin mevcut bilgilerinden başlanması gerektiğini ortaya koyan Driver ve Ausubel gibi araştırmacıların görüşleriyle de uyum içerisindedir (Prieto and Rodriguez 1989).

Fen bilimleri özellikle fizik konuları arasında, kavram yanlışlarının en fazla görüldüğü konulardan biri de ışık konusudur. Işık konusuyla ilgili olarak, birçok kavram yanlışını ortaya koyan araştırmalar mevcuttur. Çalışmalar ışığın yayılması, doğası ve yansıması konuları ile ilgili olup çalışmalardan elde edilen bulgular öğrencilerin ışığın doğası, yayılması ve yansıması konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Bu kavram yanlışlarının giderilmesi için öğretmenlerin öncelikle kavram yanlışlarını belirlemeğe çalışmaları sonrada yanlış kavramlar üzerinde yoğunlaşarak yeni, mantıklı ve yararlı kavramlar sunmaları, yaşantısal örneklerle yeni kavramları pekiştirmeleri ve hatta müfredat programlarını bu öğrencilerin sezgi ve düşüncelerini dikkate alarak yeniden düzene koymaları gerekir (Büyükkasap vd. 2001b; Büyükkasap

ve Samancı 1998; Kaya ve Büyükkasap 2004; Akdeniz ve Yiğit 2000; Brown 1992; Cansüngü ve Bal 2002; Carmichael *et al.* 1990).

Kavram yanlışlarının düzeltilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, ilgili fizik ve fen konularında, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri, etkinlikler, bilgisayar destekli ders sunumları ve bağdaştırıcı benzeşimlerin (analogy) kullanılmasıyla giderilebileceği ve geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha başarılı sonuçların alınabileceği gösterilmiştir (Canpolat 2002; Büyükkasap vd. 1998; Brown 1992).

Öğrencilerin, öğretim sürecine girmeden önce çeşitli konularda ön bilgilere sahip olduğu ve öğrencilerin sahip olduğu bu ön bilgilerin, müfredat içerisindeki bilimsel bilgilerden önemli derecede farklılık gösterdiği bilinmektedir. Buna dayalı olarak, öğrencilerin doğru olmayan bilgilerinin ortaya çıkış nedenlerinin tespiti ile bunların giderilmesine yardımcı olacak öğretim tekniklerinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalar önem kazanmaktadır.

Günümüzde fen eğitimi ile ilgili yapılan araştırmalar, kavram yanlışlarını ortaya çıkarma, bunların nedenlerini bulma ve öğretim sürecinde nasıl giderilebilecekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yapılan araştırmalar, genelde bir eğitim sürecinden geçtikten sonra bile konu ile ilgili kavram yanlışlarının bir kısım öğrencide devam ettiğini göstermektedir. Kavram yanlışlarının belli başlı nedenleri: daha önceden edinilen kavramların yanlış veya eksik algılanması, yani bilimsel tanımına uymaması; gündelik dilde kullanılan kavramların bilimsel dilde farklı işlevlerinin olması; konular ve kavramlar öğretilirken uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmaması; kavramların birbirleriyle bağlantısının kurulmadan ve çoğu zaman gündelik olaylarla ilişkilendirilmeden sunulması, şeklinde sıralanabilir.

Kavram yanlışları çalışmaları ışığında kavram öğretiminin önemi daha çok belirginleşmektedir. İlköğretimden başlayarak fen bilgisi öğretiminin temel konularından olan “ışığın doğası, yansımaları ve kırılması” konuları öğrencilerin

öğrenimleri boyunca sürekli zorluk çektikleri temel konulardandır. Dolayısıyla bu temel konuların daha iyi kavratılmasında da kavram öğretiminin yararı olacaktır. Kavram öğretiminin en etkili yöntemlerinden birisi de kavramsal değişim metinleri uygulamasıdır ve geometrik optik konularının öğretiminde de kavramsal değişim metinlerinin olumlu etki yapacağı ortadadır. Bu çalışmanın amacı da; ilköğretim II. kademedeki görev alması olası olan Fen Bilgisi Eğitimi ABD. 2. sınıf öğrencilerinin ışığın yayılması ve doğası, yansımaları ve kırılması ile ilgili kavram yanlışlarını belirleyerek elde edilen bulgular ışığında kavramsal değişim metinleri hazırlamak ve geleneksel öğretim yöntemine kıyasla kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkilerini saptamaktır.

## **1.1. Kuramsal Bilgiler**

### **1.1.1. Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları**

Öğrenme, tekrar ya da yaşantı yoluyla organizmanın davranışlarında meydana gelen oldukça kalıcı değişiklikler, öğretme ise öğrenmenin kolaylaştırılması, öğrenmeye rehberlik edilmesi ve öğrenene öğrenmeyi gerçekleştirmesinde yardımcı olunması süreci olarak tanımlanabilir. Öğretme hem bir sanat ve hem de bir bilimdir. Etkili bir öğretme, öğrenme ve öğretim üzerine bir araştırma sonuçlarını anlama ve etkili tekniklerin ve usullerin bilgisine gereksinim duyar. Öğretme aynı zamanda yaratıcılığı, yetenek ve sanatçının vardığı yargıyı çağırır (Woolfolk 1998).

Bireylerin dünyaya gelişinden itibaren, çevre ile etkileşim sonucu kazandıkları çeşitli bilgi, beceri, tutum ve değerlerin tümüne yaşantı denir ve öğrenmenin temelini bu yaşantılar oluşturur. Öğrenmenin nasıl meydana geldiğini açıklamak ve anlamak üzere bilim adamları tarafından çeşitli öğrenme kuramları geliştirilmiştir. Öğrenme kuramlarının varlığı, geliştirilecek öğretim programının da benimsenen kuramın ilkelerine göre hazırlanmasını gerektirmektedir.

Öğrencilerde, öğretim sürecine girmeden önce var olması muhtemel kavram yanlışlarının veya öğrenim sürecinde ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarının tespiti ile bu kavramların daha iyi anlaşılmasına yol açacak öğretim yöntemlerinin uygulanması oldukça önemlidir. Bu öğretim yöntemlerinden bir tanesi de kavram değiştirme metinlerinin kullanımını içermektedir.

### **1.1.1. a. Öğrenme kuramları**

Fen bilimlerinde meydana gelen gelişmeler ve yenilikler teknolojik gelişimi ve kalkınmayı yakından ilgilendirdiği için, okullarda sunulan fen eğitiminin geliştirilmesi ve öğretmenlerin niteliğinin yükselmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin sınıflarında etkili ve verimli bir öğretim gerçekleştirebilmeleri, büyük ölçüde yeni öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını bilmeleri ve derslerinde bunlara yer vermeleri ile olanaklıdır. Öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamak için pek çok kuram ortaya atılmakla birlikte, fen öğretiminde en çok kullanılanlar Jean Piaget, Jerome Bruner, Robert Gagné ve David Ausubel tarafından geliştirilen kuramlardır. Bunlar dışında son yıllarda, Piaget öğrenme kuramının uygulanma biçimi olan Öğrenme Halkası (Learning Cycle), Yapısalcı veya Bütünleştirici Öğrenme Kuramı (The Generative or Constructivist Model) ve Çoklu Zeka Kuramı (Multiple Intelligence Theory) gibi öğrenme yaklaşımları ortaya atılmış ve özellikle yapısalcı öğrenme kuramı, öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamada en çok kullanılan kuram haline gelmiştir.

### **1.1.1.b. Jean Piaget'in öğrenme kuramı**

Piaget'e (1965) göre öğretim planlanırken üzerinde durulması gereken en öncelikli durum, öğrencinin amaçlanan ve planlanan eğitimi almaya elverişli bir bilişsel gelişim düzeyine sahip olup olmadığıdır. Çünkü planlanan eğitim öğrenciye kazandırılacak davranışların seviyesinin üzerinde olursa öğrenci de başarısız olacaktır. Öğrencinin bulunduğu yaşta sahip olduğu özelliklerin bilinmesi, öngörülen eğitimin amaçları, içeriği ve kullanılacak yöntemlerin öğrencilerin düzeyine göre seçilmesine olanak

sağlar. Bu yüzden bilişsel gelişimin anlamının ve bilişsel gelişim döneminin özelliklerinin bilinmesi son derece büyük bir önem taşımaktadır.

Bilişsel gelişim, düşünme ve kavrama sisteminde meydana gelen gelişme ve değişimlerdir. Bilişsel gelişimle ilgili en önemli çalışmalar Jean Piaget (1896-1980) tarafından yapılmıştır. Piaget, bilişsel gelişimle ilgili kuramı geliştirirken pek çok çocuk üzerinde yaptığı klinik gözlemlerden ve bilimsel araştırmalardan elde ettiği verileri kullanmış ve yaptığı gözlemler sonucunda çocukların dünyalarının, yetişkinlerinkinden çok farklı olduğunu ileri sürmüştür. Çocuklar üzerinde yaptığı araştırmalardan elde ettiği sonuçlar Piaget'in bilişsel gelişimin yaşa bağlı bir süreç olduğunu öne sürmesine sebep olmuştur.

Piaget, bilişsel gelişimin birbiriyle ilişkili dört faktörden etkilendiğini belirtir. Bu faktörler şunlardır.

**Olgunlaşma:** Bireyler olgunlaşma sürecinde farklılıklar gösterebilirler. Bazı bireyler diğerlerine göre daha hızlı olgunlaşırlar. Olgunlaşma insan gelişiminin, dolayısıyla bilişsel gelişimin sınırlarını belirler.

**Deneyim (yaşantı):** Bireylerin bazı kavramları öğrenirken geçirecekleri aktif yaşantılar onların dünyayı anlamaları için gerekli bilgileri geliştirmelerini de sağlar.

**Kültürel aktarım (sosyal etkileşim):** Bireylerin çevresindeki bireylerle geçirdiği yaşantılar sonucunda öğrendikleri kavramlardır.

**Dengelenme:** Öğrencilerin belleğindeki bilgiler veya şekiller dengelenme eğilimindedir. Bu dengelenme eğilimi zihnin gelişimini etkiler. Zaten zihin doğal haliyle dengededir. Ancak sürekli dengede duramaz ve yeni öğrenilen bilgiler zihnin dengesini bozar. Bu süreçte öğrenilen bilgiler önce dengesizlik oluşturur, sonra dengeye kavuşur (Weaver 1998). Bu yeniden dengelenme süreci bireylerde farklılık gösterir



hatta bazı kişilerde daha geç dengelenme söz konusudur. Dengelenmenin kolay olması zihinsel gelişimi de olumlu etkiler.

Bilindiği gibi bilişsel gelişim yaşla birlikte olgunlaşma süreçlerinde ortaya çıkan değişimlerdir. Piaget bireydeki bilişsel gelişimin doğumdan yetişkinliğe kadar gelişen dört aşamalı bir süreç olduğunu ileri sürer. Bu dönemler iç içe girmiş aşamalardan meydana gelir. Bu aşamaların her birisinde bireyin sahip olduğu özellikler daha sonraki dönemlerde de devam eder. Bir dönemde kazanılması gereken özellikler kazanılamamışsa bireyin üst dönemlerde kazanması gereken özellikleri kazanması da kolay değildir. Piaget'e göre, zihinsel gelişimin gerçekleştiği bu dört dönem ve bu dönemlerde bireylerin taşıdıkları özellikler aşağıdaki gibidir.

1. Duyusal-Hareket (Sensorimotor Stage) Dönemi (0-2 yaş)
2. İşlem Öncesi (Pre-Operational Stage) Dönem (2-7 yaş)
3. Somut İşlemler (Concrete Operational Stage) (Dönem (7-11 yaş)
4. Soyut İşlemler (Formal Operational Stage) Dönem (11-16 yaş)

Bu dönemlerden ilk ikisi okul öncesi döneme, soyut işlemler dönemi ise ilköğretim birinci ve ikinci kademesine karşılık gelen dönemlerdir. Özellikle okul yıllarına karşılık gelen soyut ve somut işlemler dönemleri oldukça büyük önem taşımaktadır. Soyut ve somut işlemler dönemlerinde çocukların taşıdıkları özellikler aşağıda Çizelge 1.1'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

**Çizelge 1.1.** Somut ve soyut işlemler dönemlerinin karşılaştırılması

<b>Somut İşlemler Dönemi</b>	<b>Soyut İşlemler Dönemi</b>
Olayların veya eşyaların gözlenebilen özellikleri üzerinde akıl yürütür.	Soyut nitelikler üzerinde akıl yürütür.
Düşüncelerini dille ifade eder.	Düşüncelerini dil ile birlikte dil dışı işaretleri de kullanarak ifade eder.
Düşünme süreci gözlemle başlar.	Düşünme gözlemin yanı sıra hayal edilen olaylarla da başlar.
Uzun bir düşünme sürecinde izlenecek yöntem basamaklı olarak verilmelidir.	Uzun bir düşünme sürecini, amaç ve araçlar verilirse, kendisi planlar.
Kendi fikirlerini eleştiremez. Kendi çelişkilerini algılayamaz.	Kendi düşüncelerini eleştirebilir, kendi yargılarını deneyebilir.

### 1.1.1.c. Öğrenme halkası yaklaşımı

Piaget tarafından ileriye sürülen zihinsel gelişim kuramı öğrencilerin kavramsal gelişim yoluyla kazandıkları bilgilerin sınıfta tartışılması esasına dayalıdır. Ayas (2006) tarafından bildirildiğine göre bu yaklaşım ilk kez Karplus ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir ve sınıf ortamındaki uygulaması üç aşamalı olarak gerçekleştirilir. Bu aşamalar sırasıyla, inceleme ve veri toplama aşaması, kavram tanıtımı aşaması ve kavram uygulama aşamasıdır.

#### i. İnceleme ve veri toplama aşaması

Bu aşamada öğrenciler yeni bir öğrenme ortamında kendi çabaları, tepkileri ve etkinlikleri ile deneyim kazanırlar. Yeni karşılaştıkları araç-gereçleri ve diğer

materyalleri öğretmenlerinin, arkadaşlarının ya da başkalarının yardımı olmaksızın incelerler ve bu eğitim materyalleri ile ilgili deneyim kazanmaya çalışırlar. Bu aşamada öğrencilerin zihinlerinde bazı sorular ve karmaşık durumlar oluşur. Öğrenciler, zihinlerindeki bu soruların cevaplanması ve karışık durumların açıklanması için, öğretmenin vereceği bilgiye ihtiyaç duyarlar ve bütün bunlardan sonra öğrenmeye hazır hale gelmiş olurlar (Ayas 2006).

## **ii. Kavram tanıtımı aşaması**

Bu aşama, her zaman inceleme ve veri toplama aşamasının izlendiği ve onunla bağlantılı olan, öğrenciye kazandırılacak yeni kavramın tanımının verildiği aşamadır. Bu aşamada öğrencinin bir önceki aşamada kazandığı bilgi ve deneyimleri yorumlaması ve değerlendirmesi de sağlanır. Kavramın tanımının öğrenildiği öğrenme ortamının, kişi ya da aracın önemi yoktur.

## **iii. Kavram uygulama aşaması**

Öğrencilerin öğrendikleri kavramları yeni ve farklı durumlara uygulayıp pekiştirdikleri aşamadır. Öğrencilerin araç ve gereçleri tanıması, öğrenmesi, onlarla ilgili fiziksel deneyimi, öğretmen ve diğer öğrencilerle iletişimi önemlidir. Öğrencilerin öğrendiği yeni bilgileri kullanabilmeleri için onlara öğrendikleri bu yeni ve farklı durumlarla ilgili sorular sorulur. Öğrenciler bu sorular yardımıyla düşünür, yeni durumları yorumlar ve bilgilerini yeni durumlarla ilgili problemin çözümüne uyarlayarak kavramış ve pekiştirmiş olurlar. Bu aşama anlamlı öğrenmede güçlük çeken öğrenciler için oldukça yararlı bir aşamadır. Somut kavramların öğretiminde öğrenme halkası yaklaşımının etkili olduğu zaten bilinmektedir.

### **2.1.1.d. Jerome Bruner'in öğrenme kuramı**

Bruner “kavram öğretimi” ve “buluş yoluyla öğretim” yöntemleriyle fen bilimleri eğitimine önemli katkılarda bulunmuştur Kavram öğretimi yönteminde kavramın adı,

tanımı, özellikleri, önemi ve kavramla ilgili örnekler adımlarının izlenmesi gerektiğini, buluş yoluyla öğretim yönteminde ise öğrencilerin aktif katılımları ile bilgiye kendilerinin ulaşması gerektiğini savunmuştur. Bruner buluş yoluyla öğretimin öğrencilerin zihinsel gelişmişlik düzeyine göre üç farklı biçimde uygulanabileceğini belirtmiştir. Bunlar, “bağımlı buluş yoluyla öğretim”, “yarı serbest buluş yoluyla öğretim” ve “serbest buluş yoluyla öğretim” yöntemleridir. Bu üç yöntemde de ortak amaç öğrencilerdeki keşfetme isteğini ortaya çıkarmaktır. Öğrenciler buluş yapmaya güdülendiklerinde, üzerinde çalıştıkları veya araştırma yaptıkları kavramı ilk kez kendileri keşfediyorlarmış gibi hissederler. Bu durum öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgilerinin artmasına ve olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olur (Ayas 2006).

#### **1.1.1.e. Robert Gagné'nin öğrenme kuramı**

Gagné'nin fen öğretimine en önemli katkısı, öğrenmenin planlı ve basitten karmaşığa doğru aşamalı bir sırada yapılması gerektiğini bulmuş olmasıdır. Bu kuramda önemli olan öğretim sonunda ulaşılması istenen amaçların davranışlar cinsinden yazılmasıdır. Bunun için ulaşılması istenen ana amaç en başa yazılmalı, bu ana amaca ulaşmak için de diğer alt amaçlar basitten karmaşığa doğru sıralanmalıdır. Gagné öğrenmeyi basitten karmaşığa doğru sekiz aşamadan oluşan bir model ile açıklar. Bunlar; işaretle öğrenme, uyarıcı-tepki ile öğrenme, zincirleme öğrenme, sözel öğrenme, ayırt ederek öğrenme, kavram öğrenme, kural öğrenme ve problem çözmedir. Bu öğretim modelinde her öğrenme türü kendisinden sonra gelen için ön koşul niteliğindedir. Şöyle ki; birinci öğrenme olmadan ikinci, birinci ve ikinci tür öğrenme olmadan üçüncü ve ilk yedisi olmadan da problem çözerek öğrenme gerçekleşemez. Özetle Gagné, öğretim öncesinde öğretimin amaçlarının ve hedef davranışlarının belirlenmesi ve öğretim faaliyetlerinin bu amaç ve davranışların dikkate alınarak planlanması gerektiğini savunur. Öğretmen hazırlıklarını hedeflere ve öğrenci seviyelerine göre yapmalı ve istedik davranışları kazandıracak uygun bir öğrenme ortamı oluşturmalıdır (Ayas 2006).

### 1.1.1.f. David Ausubel'in öğrenme kuramı

Ausubel, sunuş yoluyla öğretim yaklaşımını benimsemiş ve geliştirdiği “anlamli sözel öğrenme” kuramı ile fen öğretimini etkilemiştir. Anlamli sözel öğrenme kuramına göre öğrenmenin çoğu sözel olarak gerçekleşir ve anlamli bir öğrenme için ön koşul öğrenciye öğretilecek konuyla ilgili ön bilgilerin kazandırılmasıdır. Ausubel'e göre buluş yoluyla öğretim her zaman anlamli olmayabilir. Hâlbuki öğrenmede önemli olan öğrenmenin anlamli olmasıdır. Etkili bir sözel öğretim uygulanırsa öğrenciye kısa sürede çok fazla bilgi kazandırılabilir. Ausubel'in geliştirdiği ve sergileyici öğretim olarak adlandırdığı model üç basamaklı olarak uygulanmaktadır (Ayas 2006).

i. Ön düzenleyiciler kullanarak öğrenciyi yeni konuyu kavramaya hazır hale getirmek

Ön düzenleyiciler olarak adlandırılan bilgiler öğrencilerin yeni konu ile ilgili bilgileri daha kolay anlayabilmeleri için onları hazır hale getirmek amacıyla verilen ön bilgilerdir. Bunlar öğrencinin dikkatini yeni konuya çekmek, öğrenilecek yeni konunun ana düşüncelerine ve kavramlar arası ilişkilere açıklık kazandırmak ve yeni konuyla ilişkili olan önceki bilgileri öğrenciye hatırlatmak amacıyla kullanılırlar.

ii. Yeni konunun ayrıntılarını sırasıyla ortaya koymak

Gerekli ön düzenlemeler yapılarak öğrenci yeni konuyu öğrenmeye hazır hale getirilir ve konu ile ilgili verilmek istenen detaylar adım adım verilir.

iii. Yeni konunun ana ilkeleri örneklerle geliştirilerek öğrencinin birleştirme, kaynaştırma ve bağdaştırma gibi zihinsel süreçlerini geliştirmesine yardımcı olmak

Konuyla ilgili bilgiler verildikten sonra, öğrencinin öğrendiği bilgileri pekiştirmesi, içselleştirmesi ve yeni durumlarda kullanabilmesini sağlama amacıyla onlara yeni problem durumlarının veya örneklerin verilmesi gerekir. Böylece öğrenci bu yolla

öğrendiği bilgiyi kavrar ve karşılaştığı farklı problemlerin çözümü için yeni bilgiyi kullanır.

### 1.1.1.g. Yapılandırmacı (Constructivist) öğrenme kuramı

Öğrenme kuramlarından birisi de son yıllarda en çok savunulan yapılandırmacı öğrenme teorisi (constructivism) olarak adlandırılan zihinde yapılanma kuramı, oluşturmacı, bütünleştirici teoridir. Ayas (2006) tarafından bildirildiğine göre bu yaklaşım Wittrock tarafından geliştirilmiştir ve Ausubel'in **öğrenmeyi etkileyen en önemli etken öğrencinin mevcut bilgi birikimidir, yeni öğrenilen bilgiler bunlar üzerine inşa edilir** şeklinde ifade edilen düşüncesini esas almıştır. Bu yaklaşıma göre öğrenci yeni edindiği bilgileri önceden sahip olduğu bilgilerle karşılaştırır, yorumlar ve anlamlı hale getirerek zihnine yerleştirir. Böylece öğrenci verilen bilgileri aynen almak yerine, onları kendi zihin yapısına uygun hale getirir. Bu öğrenme modeli öğrenme ve öğretme kavramlarının eş anlamlı sözcükler olmadığını öğretmenlerin çok iyi öğretici olsalar bile, öğrencilerin her zaman öğrenemeyebileceklerini savunur. Bilgi, öğrenenin kafasında yapılandırıldığı için öğrencilerin ön bilgileri, varsa yanlış kavramları ortaya çıkarılmalı ve öğretim bunlar dikkate alınarak planlanmalıdır. Bu tür ön bilgiler genellikle kabul edilen bilimsel teorilerden daha az mantıklı, daha az kesin ve daha az yaygındır ve öğrenci yeni kazandığı bilgileri bu ön bilgiler üzerine inşa etmektedir. Bu nedenle ön bilgiler hatalı ise onlar üzerine inşa edilen bilgiler de hatalı olabilir (Ayas 2006).

Yapılandırmacılık, bilginin öğrenen tarafından oluşturulduğu, her öğrenenin dışarıdan aldığı yeni bilgi ile sahip olduğu bilgileri ilişkilendirerek öğrendiği fikri üzerine odaklanmıştır. Bilginin öğrenciler tarafından pasif bir şekilde algılandığına inanılırsa öncelik bilginin öğrencilere doğrudan aktarılmasına verilir. Oysaki öğrencilerin bilgiyi kendi zihinlerinde ve ön bilgileriyle karşılaştırarak yapılandırdıkları düşünüldüğünde, öğrencinin aktif katılımı ile kendi bilgisini kendisinin oluşturacağı ortamlar oluşturulmalı ve buna uygun öğrenme faaliyetleri yürütülmelidir. Bu noktada geleneksel ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımları birbirinden kesin çizgilerle ayrılmaktadır. Bu farklılıklar aşağıda Çizelge 1.2 de gösterilmiştir (Özden 2003).

**Çizelge 1.2.** Geleneksel ve yapılandırmacı görüşlerin karşılaştırılması

Geleneksel görüş	Yapılandırmacı görüş
Bilgi, bireylerin dışındadır ve öğretmenlerden öğrencilere aktarılır.	Bilgi, kişisel anlama sahiptir, bireysel olarak öğrenciler tarafından oluştururlar.
Öğrenciler duydukları ve okuduklarını öğrenirler. Öğrenme daha çok öğretmenin iyi anlatmasına bağlıdır.	Öğrenciler kendi bilgileri oluştururlar. Duyduklarını ve okuduklarını önceki öğrenmelerine ve alışkanlıklarına dayalı olarak yorumlarlar.
Öğrenme, öğrenciler öğrendiklerini tekrar ettiği zaman başarılı olur.	Öğrenme, öğrenciler kavramsal anlamayı gösterebildiklerinde başarılıdır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre öğrenme özümleme ve yerleştirme şeklinde gerçekleştirilir.

**Özümleme:** Birey, yeni kazandığı bilgiler önceden sahip oldukları ile çelişmiyorsa, bu yeni bilgileri kolayca kabullenebilir. Bu durumda zihin zaten dengededir ve yeni edinilen bilgiler zihnin denge durumunu değiştirmedikinden öğrenme kolayca gerçekleşir.

**Yerleştirme:** Zihin normal haliyle dengededir. Yeni kazanılan bilgiler önceki bilgilerle çelişiyorsa öğrencinin kafası karışır ve zihin dengesi bozulur. Buna zihin dengesizliği denir. Bu dengesizliğin ortadan kaldırılması için zihin yeniden yapılanmaya girer. Bu yapılanma üç şekilde gerçekleşebilir:

- Birey yeni kazandığı deneyimi göz ardı eder.
- Birey yeni kazandığı deneyimi kabullenecek şekilde değiştirir
- Birey düşünme tarzını yeni kazandığı deneyimi kabullenecek şekilde değiştirir.

**Zihinde yapılanma (zihinsel denge):** Yerleştirme işlemi başarılı olduğunda insan zihni yeniden yapılanır. Böylece kişi kendi gayretleri ile bilgilerini genişletmiş ve düzeltmiş olur. Buna kendi kendine ayarlama denir.

**Sürekli zmleme:** İnsan hayatı boyunca sürekli dışarıdan bilgiler aldığı için özümleme ve kendi kendine ayarlama hayat boyu devam eder.

**Oluşturmacılık (kendi kendine sorular retme):** Birey dışarıdan bilgi almadan da zihninde çeşitli sorular üretilir bu sorulara cevap olarak yeni bir takım bilgiler kazanabilir.

Yapılandırmacılık felsefesi ile geleneksel eğitim felsefesi karşılaştırıldığında, sınıf ortamı ve uygulamalarda farklılıklar olduğu görülmektedir. Geleneksel sınıflar ile bütünleştirici sınıflar arasındaki farklılıklar aşağıda izelge 1.3 de verilmiştir.



**Çizelge 1.3.** Geleneksel ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarının karşılaştırılması

<b>Geleneksel sınıflar</b>	<b>Yapılandırmacı sınıflar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eğitim programı, temel becerilerin kazanılmasına ağırlık verir ve parçadan bütüne doğru işlenir.</li> <li>• Önceden hazırlanmış bir öğretim programına sıkı sıkıya bağlılık söz konusudur.</li> <li>• Eğitim programıyla ilgili etkinlikler, ders kitapları ile sınırlıdır.</li> <li>• Öğrenciler, öğretmenin bilgi ile dolduracağı boş kutular veya boş depolar olarak algılanır.</li> <li>• Öğretmenler, bilgiyi öğrencilere aktaran tek kaynak olarak algılanır.</li> <li>• Öğretmenler, öğrenci başarısını ve öğrenmesini değerlendirmek için sorulara kesin ve tek doğru cevap beklerler.</li> <li>• Öğrencilerin değerlendirilmesi, öğretimden ayrı bir süreç olarak algılanır ve genellikle eğitim sonunda gerçekleştirilir.</li> <li>• Öğrenciler, sınıfta genellikle yalnız çalışırlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eğitim programı, kavramlara ağırlık verir ve bütünden parçaya doğru işlenir.</li> <li>• Öğretim sürecinde öğrencilerin istekleri, ilgileri, ihtiyaçları ve çeşitli konularla ilgili soruları geniş yer tutar.</li> <li>• Öğrenciler, kendi öğrenmelerinden sorumlu olan, edindikleri bilgilere kendi zihinlerinde anlam veren ve bu nedenle de öğretimde aktif olan bireyler olarak algılanırlar.</li> <li>• Öğretmenler, öğretme sürecinde bir öğrenci olarak, öğrencilerle karşılıklı etkileşime girerler ve öğrenme çevresini düzenlerler.</li> <li>• Öğretmenler, öğrencilerin çeşitli görüş ve fikirlerini anlamak için çaba sarf ederler.</li> <li>• Öğrenci değerlendirilmesinin öğretim sürecine entegrasyonu sağlanır. Öğrenciler sınıfta genellikle grup içinde ve diğerleri ile birlikte çalışırlar (Saban 2000).</li> </ul>

## **Yapılandırmacı öğrenme kuramının sınıfta uygulanma modelleri**

Yapılandırmacı öğrenme kuramının fen bilimleri eğitiminde kullanımına yönelik olarak çeşitli modeller önerilmektedir. Bunlardan birisi dört aşamalı olarak uygulanan modeldir.

1. Aşama: Dikkat çekme aşaması
2. Aşama: Odaklama aşaması
3. Aşama: Mücadele aşaması
4. Aşama: Uygulama aşaması

Yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı bu uygulamasının yanı sıra beş aşamalı olarak uygulanan ve “5E Modeli” olarak bilinen bir başka uygulaması daha vardır (Çepni 2005).

- Girme (enter/ engage) aşaması
- Keşfetme (explore) aşaması
- Açıklama (explain) aşaması
- Derinleştirme (elaborate) aşaması
- Değerlendirme (evaluate) aşaması

Yapılandırmacı öğretim modelinin bu iki uygulamasının yanı sıra, son yıllarda geliştirilen ve “7E Modeli” olarak bilinen bir model daha vardır. Bu model 5E modelinin daha gelişmiş bir üst modeli niteliğindedir. Teşvik etme, keşfetme, açıklama, genişletme, kapsamına alma, değiştirme ve inceleme şeklinde yedi aşamadan oluşur (Çepni 2005).

## **1.2. Öğrenme Kuramlarının Fen Bilimleri Öğretimine Etkileri**

Öğrenme kuramlarının fen bilimleri öğretiminde uygulanması, bu kuramların fen bilgisi konularının öğretiminde de önemli ve olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Bu bölümde öğrenme kuramlarının önde gelen ve yukarıda özellikleri ile ilgili bilgiler verilen kuramların fen bilimlerine olan katkıları ve etkileri üzerinde durulacaktır (Ayas 2006).

### **1.2.1. Piaget'nin zihinsel gelişim dönemleri fen öğretimini nasıl etkilemiştir?**

Piaget'in önerdiği bu yaş sınırları, yapılan bilimsel araştırmalarla tamamen kanıtlanamamıştır. Çoğu kez belirlenenin aksine, bireylerin dönemler arasında daha ileri yaşlarda geçiş yaptıkları görülmektedir. İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin, normalde "soyut işlemler dönemine" ulaşmış olmaları beklenir. Ancak çoğu zaman, bu durum böyle olmaz ve kimi öğrencilerin soyut işlemler dönemine daha ileri yaşlarda geçtikleri görülür. Bu nedenle öğretmen sınıftaki öğretimi planlarken, öğrencilerin zihinsel gelişmişlik düzeylerini dikkate alır. Örneğin, henüz "soyut işlemler dönemine" ulaşmamış öğrencilerin çoğunlukta olduğu bir sınıfta, öğretmenin öğretimi soyut olaylara ve kavramlara dayalı olarak gerçekleştirmesi, öğrencilerin başarısını olumsuz yönde etkiler. Öte yandan, Piaget'e göre fen öğretiminin somut araç-gereçlerle gerçekleştirilmesi ve bireyin öğrenme sürecine aktif katılımının sağlanması, öğrenme-öğretme sürecinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli noktalardan birisidir.

### **1.2.2. Bruner fen öğretimini nasıl etkilemiştir?**

Bruner, "kavram öğretimi" ve "buluş yoluyla öğretim" konularındaki çalışmalarıyla fen öğretimine önemli katkılar getirmiştir. Bruner de, Piaget gibi öğrenmenin, bireyin öğrenme etkinliklerine aktif katılımı ile gerçekleşebileceğini savunmaktadır (Ayas 2006).

### **“kavram öğretimi” nasıl gerçekleşmektedir?**

Bruner, kavram öğretimi sürecinde “kavramın adı”, “kavramın tanımı”, “kavramın özellikleri”, “kavramın önemi” ve “kavramla ilgili örnekler” olmak üzere beş adımın sırasıyla izlenmesi gerektiğini belirtmektedir (Ayas 2006). Öğrenme sürecinde öğrenciler bu sırayı izleyerek kavramları sınıflandırır ve daha kolay biçimde öğrenmeyi gerçekleştirirler. Öğrenciler yeni durumlar ya da kavramlarla karşılaştıklarında, söz konusu durum ya da kavramları uygun sınıflara yapılandırarak yerleştirirler. Bir başka deyişle, önceden öğrenilmiş olan zihindeki bilgiler yeni bilgilerin öğrenilmesinde önemli rol oynar.

### **Buluş yoluyla öğretim eğitim ortamlarında nasıl uygulanmaktadır?**

Buluş yoluyla öğretim, öğrencilerin, zihinsel yeteneklerini kullanarak kendi kendilerine bilimsel bilgi edindikleri bir öğretim yöntemidir. Bruner, buluş yoluyla öğretimin öğrencilerin zihinsel gelişmişlik düzeyleri dikkate alınarak üç farklı biçimde uygulanabileceğini ileri sürmektedir (Ayas 2006). Bunlar; zihinsel gelişmişlik düzeyi yüksek olan öğrencilerle yürütülen “serbest-buluş yoluyla öğretim”, zihin gelişimi orta düzeyde öğrencilerle yürütülen “yarı-serbest buluş yoluyla öğretim” ve zihinsel gelişmişlik düzeyi düşük öğrencilerle yürütülen “bağımlı buluş yoluyla öğretim” olarak adlandırılmaktadır. Her üç uygulamada da esas olan bireyde buluş (keşfetme) isteğini uyandırmaktır. Öğrenciler buluş yapmaya güdülendiklerinde, üzerinde çalıştıkları bilgiyi ilk kez kendileri keşfediyormuş gibi bir duygu hissederler. Bu durum öğrencilerin kendilerine olan güveni artırmanın yanı sıra, fen biliminin sanıldığı kadar zor ve soyut olmadığı yönünde bir görüş geliştirmelerine yol açar.

#### **1.2.3. Gagné fen öğretimini nasıl etkilemiştir?**

Gagné'nin fen öğretimine en önemli katkısı, öğrenmenin planlı olarak basitten karmaşığa doğru aşamalı bir sırada yapılması gerektiğini belirtmesidir. Burada önemli olan, öğretim sonunda ulaşılmaması gereken hedefi belirlemek ve öğretim etkinliklerini

ona göre düzenlemektir. Bunun için Gagné öğretmenin öncelikle şu iki soruyu kendisine sorması gerektiğini ileri sürmektedir.

- Öğretim sonunda öğrenciler neleri bilmeli veya neleri yapabilir olmalıdır?
- Öğrencilerin belirlenen hedeflere ulaşabilmeleri için hazır bulunuşluk düzeyleri ne olmalıdır? Yani öğrenciler, hali hazırda neleri biliyor ya da yapıyor durumdadırlar? Bu sorulara verilecek yanıtlara göre aşamalı öğrenme durumu oluşturulur. Gagné tarafından geliştirilen aşamalı öğrenme durumu en karmaşıktan en basite doğru olmak üzere sekiz basamaktan oluşur (Çepni 2005). Bunlar;

- problem çözme,
- kavram öğrenme
- ayırt edici öğrenme,
- sözel öğrenme,
- zincirleme öğrenme,
- uyarım-tepki ile öğrenme,
- işaretle öğrenme, olarak sıralanmaktadır.

Gagné'nin öğrenme kuramında da öğrencilerin, öğrenme etkinliklerine aktif katılımları ve öğrenmeden sorumlu olmaları vurgulanmaktadır.

#### **1.2.4. Ausubel fen öğretimini nasıl etkilemiştir?**

Ausubel, geliştirdiği "anlamli öğrenme" kuramı ile fen öğretimini etkilemiştir. Bu kuram uyarınca, öğrenciye kısa sürede fazla miktardaki bilgi aktarılır. Anlamli öğrenmedeki ön koşul, öğrenciye öğrenilecek konuyla ilgili ön bilgilerin kazandırılmasıdır. Çok çeşitli durumlarla karşılaşan birey, zihninde birçok öğrenmeyi gerçekleştirmektedir. Gerçekleştirilen bu öğrenmeler, daha sonraki öğrenmelere temel oluşturmaktadır. Bu öğrenmeler, zihinde her zaman doğru olarak yapılandırılmış olmayabilir. Yani, öğrencinin zihninde önceden yapılandığı bilgiler arasında yanlış öğrendiği şeyler bulunabilir. Öğretmen, önce bunları saptamalı daha sonrada, öğretimi

belirlediği yanılırları düzelterek ve zihinde doğru yapılanmaları sağlayacak bir biçimde planlamalıdır.

Ausubel, ğrenciler bakımından yeni olan konuların öğrenilmesinde de, "n düzenleyici"lerden yararlanmanın gerekliliğine işaret etmektedir. n düzenleyiciler bilimsel terimlerin ve sözcüklerin anlamlarını ve bazı hatırlatmaları içerir. Bunlar ğrencilere, konu işlenmeden bir veya birkaç gün önceden verilir. Böylece ğrenciler, konuyu öğrenmeye hazır duruma getirilmiş olurlar. Ausubel'in öğrenme kuramında ğrenci, sadece bedensel etkinlikleri değil, daha çok zihinsel etkinlikleri gerçekleştirmek biçimde aktif davranışlar sergiler.

#### **1.2.5. ğrenme halkası yaklaşımı fen öğretimini nasıl etkilemiştir?**

Fen ğretiminde "ğrenme halkası" yaklaşımına yer verilmesinin öğrencilerde, zihin gelişimi, muhakeme ve öğrenme gibi çeşitli yetenekleri ne ölçüde etkilediği birçok araştırmaya konu edilmiştir. Yapılan araştırmaların çoğunda, öğrenme halkasının öğrencilerin zihin yeteneklerini geliştirdiği yönünde bulgular elde edilmiştir (Ayas 2006).

Kimi araştırmalarda da fen ğretiminde, öğrenme halkası ile diğer ğretim yöntemlerinin etkililiği sınanmış ve özellikle somut kavramların öğrenilmesinde, öğrenme halkası yaklaşımının diğerlerinden daha etkili olduğu saptanmıştır (Saban 2000). Ayrıca bu yaklaşımın uygulandığı fen derslerinde, öğrencilerin kavram ve zihin yeteneklerinin geliştiği, öğrencilerin eğitim ortamlarından memnun kaldıkları grlmştir. Araştırmalarda ğrenme halkası yaklaşımındaki etkinlik sırasının da önemli olup olmadığı ele alınmıştır. Yapılan alışmalar, etkinliklerin hiçbirinin ihmal edilemeyeceği ve etkinlik sırasını değiştirmenin de bir yarar sağlamayacağı yönünde bulgular ortaya koymuştur. Ayrıca yapılan araştırmalarda, öğrenme halkası benimsenerek gerçekleştirilen kavram ğretimi sürecinde öğrencilere, araç-gereçleri sağlayıp onlara ne yapacaklarını söylemenin de uygun olmadığı yönünde bulgular elde edilmiştir (Ayas 2006).

### 1.2.6. Bütünleştirici öğrenme fen öğretimini nasıl etkilemiştir?

Bütünleştirici öğrenme yaklaşımı ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde fen derslerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hatta bu yaklaşım kullanılarak birisi İngiltere’de, diğeri Yeni Zelanda’da olmak üzere iki önemli fen öğretimi projesi geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Öte yandan, fen öğretiminde bütünleştirici öğrenme yaklaşımı uygulanarak gerçekleştirilen araştırmalardan başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Kimi araştırmalar ile öğrencilerin, “yorum yapma” ve ”öğrendiklerini başka alanlara uygulama” gibi yeteneklerinin geliştiği yönünde sonuçlar, kimi araştırmalarda da öğrencilerin, “öğrenmeye aktif olarak katıldıkları”, “öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları” ve “kalıcı öğrenmeleri gerçekleştirdikleri” yönünde sonuçlar ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan araştırmalarla, ilköğretim düzeyinde fen derslerinde bütünleştirici öğrenmeye yer verilmesi durumunda, öğrencilerin kavram gelişimlerinin olumlu olarak etkilendiği kanıtlanmıştır” (Ayas 2006).

### 1.3. Fen Bilimlerini Anlamada Engel Olarak Kavram Yanılgıları

Kavram yanılgılarının ya da ön-kavramların diğerk bilim dallarında olduğu gibi fen bilimlerinde de yeni öğrenilecek konuların anlaşılmasında çoğu zaman engelleyici bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu nedenle öğrencilerin sahip oldukları bu tür yanılgıların bilinmesi yapılacak öğretim programının hedefleri ve öğrenilecek yeni konunun kavratılması için de son derece önemlidir. Öğretmen kendi sınıfında bulunan öğrencilerin sahip oldukları ön-kavramlar ya da kavram yanılgıları belirlemek yerine önce literatürde yer alan ve daha önce araştırmacılar tarafından belirlenmiş, her sınıftaki öğrencilerin genelinde bulunabilecek yanılgıları kullanarak ve daha sonrada kendi sınıfındaki öğrencilerin sahip olduğu yanılgıları belirleme yoluna gidebilir. Bu süreçte öğretmen aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurmalıdır.

- Öğrenme sürecinde kavram yanılgılarının rolü
- Fen bilimlerindeki bazı yaygın kavram yanılgılarının tanımlama ve örnekleri
- Kavram yanılgılarını teşhis etmek için yöntemler

- Kavram yanılgılarını ortadan kaldırmak için yöntemler.

Öğretmenler bütün gayretlerine rağmen, öğrencilerinin sınıfta ele alınan konuları temel fikirleri kavramadıklarını öğrendiklerinde hayrete düşebilirler. Bazı öğrenciler doğru cevaplar verseler bile aslında sadece ezberledikleri bazı ifadeleri kullanırlar. Daha derinlemesine sorular sorulduğunda bu öğrencilerin temel kavramları tam olarak kavrayamadıkları açığa çıkar. Öğrenciler sayısal problemleri çözmek için sık sık temeldeki bilimsel kavramları tam olarak anlamaksızın algoritmaları kullanabilirler. Fizik derslerinde öğrencilerin problem çözme becerileri ve denklemleri ezberledikleri fakat kavramsal anlayışı gerektiren testlerde düşük bir performans gösterdikleri ifade edilmektedir (Mazur 1996). Ayrıca Nakhleh ve Mitchell (1993), Kimya uzmanları için bir genel kimya dersine katılan altmış öğrenciyle yaptıkları bir çalışmada, algoritmik bir problemin aynı konudaki bir kavramsal soruyla eşleştirildiği bir sınavda yüksek algoritmik yeteneğe sahip olarak sınıflandırılan öğrencilerin sadece %49'u paralel kavramsal sorulara yanıt verebilmiştir.

Öğrencilere bilgi ve faydalı örnekler sunmanın ötesinde onlara algoritma ve kavramsal genellemelere liderlik eden mantıksal süreçleri göstermeliyiz. Testlere kavramsal soruların dâhil edilmesi, problem çözmenin bu yanını vurgulamak için başka bir yoldur. Pek çok durumda daha ileri seviyelerdeki öğrenmelerine bir temel oluşturmak üzere kullanılabilen kısmen doğru fikirler geliştirmektedirler (Clerment *et al.* 1989). Bununla birlikte pek çok öğrenci çalışmalarının başlangıcından itibaren temel kavramları doğru bir şekilde kavrayamazlar ve bu sonuç bir sonraki öğrenmeyi de engelleyebilir.

### 1.3.1. Kavram yanılgılarının türleri

İlköğretimden tipik bir örnek öğrencilerin dünya ve güneş arasındaki ilişkiyi kavramalarıdır. Çocuklar büyürken onlara yetişkinler tarafından "güneşin doğduğu ve battığı" söylenir. Bu ifade onlara güneşin dünyanın etrafında dönüyormuş izlenimini verir. Öğrenciler, olayların nasıl meydana geldiği hakkındaki zihinsel modelleri oluşturduktan yıllar sonra okulda öğretmenleri onlara dünyanın güneş etrafında



döndüğünü söylerler. Bundan sonra öğrenciler, kendi gözlemlerine dayanan ve onlara mantıklı gelen bir zihinsel imajı silmek ve onu sezgisel olarak mantıklı gelmeyen bir modelle yer değiştirmek gibi zor bir görevle karşı karşıya kalırlar. Bu görev, öğrenciler dünyayı anlarken kullandıkları bilginin bütün zihinsel yapısını bozmak zorunda oldukları için önemsiz bir görev değildir.

Dünyanın güneş etrafında hareket etmesinden ziyade güneşin dünya etrafında hareket etmesi örneği, bütün öğretmenlerin ortak bir şekilde kavram yanılması olarak belirttikleri örneklerden birisidir. Kavram yanılımları şu şekilde sınıflandırılabilir:

\* Önyargılı düşünceler, günlük deneyimlerde kök salan popüler kavramlardır. Örneğin pek çok insan yeraltındaki suyun derelerdeki gibi aktığını düşünmektedir. Çünkü onların dünya yüzeyinde gördüğü su derelerde akan sudur. Ön yargılı düşünceler, öğrencilerin ısı, enerji ve kütle gibi kavramları anlamalarında bir güçlük yaratmaktadır.

\* Bilimsel olmayan inançlar dinsel ve mitolojik öğretiler gibi bilimsel eğitimin dışındaki kaynaklardan öğrenilen bilgileri içerir. Örneğin bazı öğrenciler dünyanın tarihi ve hayat formları hakkındaki bilgiyi din öğretimi aracılığı ile öğrenirler. Bilimsel kanıtlar ile tarih öncesine uzanan ve geniş kabul gören bu fikirler arasındaki fark fen öğretiminde dikkate değer bir çekişmeye neden olmaktadır.

\* Kavramsal yanlış anlamalar bilimsel bilgiler öğrencilerin kafasında bir karışıklık oluşturmadan doğrudan verilmeye çalışıldığında ortaya çıkar. Kafalarındaki karışıklığı gidermek için öğrenciler, kendilerini güvensiz hissettikleri hatalı modeller oluştururlar.

\* Dil yanılımları, kelimelerin günlük yaşamdaki kullanımı ile ya da anlamı ile bilimsel anlamları birbirinden farklı olduğunda ortaya çıkar (örnek: erime ve çözünme).

\* Gerçeklere dayanan kavram yanılımları erken yaşta öğrenilen ve yetişkinlikte değişmeden kalan hatalardır. "aynı yerde şimşek iki defa çakmaz" fikri saçmadır. Fakat bu fikir sizin inanç sisteminizde bir yerlerde gömülmüş olabilir.

#### 1.4. Kavram Yanılgıları Nasıl Ortadan Kaldırılır?

Kavram yanılgılarını, öğrencilerin anlamada güçlük çektikleri kavramları kendi anlayışlarına göre uygun bir şekilde yorumlamaları ve bilimsel kavramlara bakış açılarının bilim adamları tarafından kabul edilmiş olanlardan farklı olması olarak tanımlayabiliriz. Kavram yanılgılarına aynı zamanda kavramsal çerçeve, yanlış kavrama, alternatif çerçeve ve çocuğun uydurduğu bilim de denmektedir.

Dil yanılgıları ve gerçeklere dayanan kavram yanılgıları sık sık öğrencilerin kendileri tarafından bile kolay bir şekilde düzeltilebilir olmasına rağmen öğretmenin sadece öğrencinin önyargılı düşünceler ve bilimsel olmayan fikirlerini değiştirdiğinde ısrar etmesi etkili değildir. Öğrencilerin doğal olguları kavramsal anlayışları ile ilgili kavramsal anlayışları, öğrencinin zihninde daha önceden var olan bir olguyu açıklayan alternatif modeller varsa yeni kavramların öğrenilemeyeceğini göstermektedir. Bilim adamlarının böyle hatalı modelleri yaygın bir şekilde küçük görmelerine rağmen, bu modeller sık sık öğrenciler tarafından tercih edilmektedirler, çünkü bunlar çok daha mantıklı görünmekte ve belki de öğrencinin amaçları için çok daha kullanışlıdır (Mayer 1987). Bu inançlar öğrencinin zihninden ayrılamayan kuşkular olarak sürüp gitmektedirler ve daha ileri düzeydeki öğrenmeleri engelleyebilirler (McDermott 1991). Bilimsel topluluk tarafından doğru olarak kabul edilen kavramları kabul etmeden önce öğrenciler kendi inançları ile birlikte ilgili paradoksları ve sınırlamalarıyla yüz yüze gelmelidir ve sonra gösterilmekte olan bilimsel modeli anlamak için gerekli olan bilgiyi yeniden oluşturmaya teşebbüs etmelidir. Bu süreç öğretmenin;

- ❖ Öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemesini,
- ❖ Öğrencilerin kendi kavram yanılgılarıyla yüz yüze kalmaları için bir tartışma ortamı sağlamasını ve
- ❖ Öğrencilere bilimsel modellere dayanan bilgiyi yeniden organize etmesi ve özümsemesi için yardım etmesini gerektirir.

Aşağıda bu basamakların her biri açıklanmıştır.

#### **1.4.1. Kavram yanlışlarını belirleme**

Öğrencilerin yeni bir kavramı öğrenebilmeleri için onların, kendi bilgilerinin yeniden yapılandırılması ve yeniden şekillendirilmesi süreci içerisinde aktif olarak katılmaları gerekmektedir. Kavramsal değişim sürecinin başlangıç noktası öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarıdır. Kavram yanlışları ya da kavram yanlışları, kavramların bilim topluluğu tarafından kabul edilenden farklı olarak bilinmesidir. Kavramsal değişim sürecinin ilk aşamasında ön kavramlar, alternatif kavramlar, çocukların bilimi gibi adlarla da bilinen öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları tespit edilmelidir (Dreyfus *et al.* 1990).

Kavram yanlışları düzeltilmeden önce belirlenmelidirler. Öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları ve sınıf ortamına getirdikleri ön bilgileri belirlemede kullanılacak değişik yöntemler vardır. Bunlar kısaca aşağıda incelenmiştir (Çepni 2005).

##### **A. Tahmin-Gözlem-Açıklama**

Bu yöntem üç aşamada gerçekleşen bir yöntemdir. Literatürde POE (Prediction-Observation-Explanation) veya TGA yöntemi olarak bilinir. Bu yöntemin kullanılmasında, POE için seçilen konu ilk önce öğrenciye teorik olarak yapılan bir açıklama ile anlatılır ve öğrenciden bu konuyla ilgili tahmin yapması istenir. Daha sonra olay öğrencinin gözü önünde gerçekleştirilir ve gözlem yapması sağlanır. Son olarak öğrenciden daha önce yaptığı tahmin ile gözlemleri arasındaki farklılığı/benzerliği açıklaması istenir.

##### **B. Olaylar veya durumlar hakkında görüşme**

Görüşme veya mülakat; herhangi bir konuda kişilerin düşüncelerinin alınması amacıyla yapılan konuşmalar olarak tanımlanabilir. Mülakat yöntemi öğrencilerin bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılabilir ve bu teknik eğitim araştırmalarında sıkça

kullanılmaktadır. Görüşme yapılması için seçilecek öğrencilerin nasıl seçileceği çok önemlidir. Mülakat sonunda değişik seviyelerdeki öğrencilerin eksik ya da hatalı bilgileri belirleneceği için görüşmede, sadece başarılı öğrenciler değil, öğrenciler arasından sağlıklı bilgiler alınabilecek, kendini ifade etme yeteneği gelişmiş olanların seçilmesi görüşmeden elde edilen verilerin daha güvenilir olmasını sağlayacaktır. Bu yöntem; uygulanmadan önce küçük kartlar üzerine bir olay veya durumu anlatan çizimler yapılarak bu çizimlerin öğrencilere gösterilmesi, öğrencilere bu çizimleri inceleme fırsatı verilmesi ve daha sonra olay veya durumla ilgili sorular yöneltilmesi şeklinde de yürütülebilir.

### **C. Kavramlar hakkında görüşme**

Kişinin kavramla ilgili sahip olduğu bilgileri ortaya çıkarmak amacıyla yapılan karşılıklı konuşmalardır. Bu yöntemle bireyin kavramla ilgili bilgisinin genişliği, doğruluk tutarlılığı, kişinin belleğindeki diğer bilgilerle ilişkilendirebilme becerisi ve bilgiyi oluşturan alt bölümlerin ortaya çıkarılması amaçlanır. Kavramlar hakkında görüşme yöntemi ve olaylar ve durumlar hakkında görüşme yöntemi kalabalık öğrenci gruplarının bilgilerinin ortaya çıkarılmasında yeterince kullanışlı yöntemler değildirler.

### **D. Çizimler**

Bu yöntemin amacı, öğrencilerin sözcüklere bağımlı kalmadan onların gizli kalmış olan inanç ve bilgilerini ortaya çıkarılmaktır. Çizimler öğrencinin cevabına yönelik aklından geçenlerin ve anlama düzeyinin belirlenmesinde faydalıdır. Ancak, bu yöntemde karşılaşılan en önemli güçlük çizimlerin yorumlanmasıdır. Çizimler iyi olmayabilir ve çoğu zaman konuşmalarla desteklenmelidir. Ayrıca bu yorumlar sadece ilgili alandan değil, resim, psikoloji, sosyoloji ve bireyi tanıma uzmanlarından oluşan bir grupla yapılmalıdır. Diğer tekniklere göre kolay uygulanabilir olması ve bir çizimle çok fazla verinin elde edilebilmesi yönünden daha kullanışlıdır.

Bazı kavram yanılgıları öğrencilere bazı nesne ya da olguları tanımlamaları ya da resimlemelerini istemek suretiyle açığa çıkarılabilir. Örneğin bir öğretmen öğrencilere tahtada kendisi çizmeden önce öğrencilerden atomu resimlemelerini isteyebilir. Okulda oldukça başarılı olan öğrenciler bile güneş sisteminde olduğu gibi merkezde küçük bir çekirdek ve onun etrafında belli dairesel yörüngelerde hareket eden elektronları çizebilirler. Önce onların kendi modellerini sormak ve sonra da bazı öğrencilerden fikirlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşmalarını istemek suretiyle bir öğretmen önceki modelleri tanımlayabilir ve bunları yeni modeller oluşturma ihtiyacını göstermek için kullanabilir.

#### **E. Sözcükleri ilişkilendirme**

Bu yöntem öğrencinin konu ile ilgili kavram öbeklerini anlamasıyla ilişkili bir yöntemdir. Öğretmen başlangıçta anlatacağı konuya giriş yapar ve konu ilgili bazı anahtar sözcükler verir. Sonra onlardan bu sözcüklerin karşısına düşünebildikleri bütün çağrıştırmacı sözcükleri yazmasını ister. Öğrencilerin anahtar sözcüklere verdiği cevapların sayısı ve niteliği onların konuyu anlama düzeyini belirler.

Pek çok araştırmacı ve öğretmen yaygın bir şekilde karşılaşılan kavram yanılgılarının listelerini derlemişlerdir. Küçük grup tartışmaları ve çalışma saatleri öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemek için etkili tartışma ortamları sağlar. Bir öğretmen uygulama ve çabayla öğrencileri utandırmaksızın ya da bir otoriteye danışmaksızın (çoğunlukla sadece onları dinleyerek) öğrencilerin kavramsal yapılarının derinlerine inmeyi öğrenebilir. Mazur (1996), öğrencilere uzun ders formatında bile kendi kavramsal yapılarını kontrol etmelerine yardımcı olacak bir yol buldu. Hake (1992) öğrencilerin hareketi anlayabilmedeki kavramsal temellerini test etmelerini sağlayacak laboratuvar çalışmaları kullandı.

Mantıksal açıklamalar gerektiren ödevler öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmede çok kullanışlıdır. Mantıksal açıklama gerektiren bu ödev ve tartışmalar not vermek için olmaktan ziyade öğrencilerin neyi ve nasıl düşündüklerini ortaya çıkarmak

için öğrenme sürecinin bir parçası olarak kullanılabilirler. Kavram yanılgıları öğrencilerin bilimsel bilgiyi organize etmelerinde olduğu kadar bilimsel yöntemi anlayışlarında da meydana gelebilir. Örneğin bir fen sınıfındaki öğrenciler sık sık bir deneyin işlememesi ile ilgili hayal kırıklıklarını ifade ederler. Çoğunlukla deneylerin beklenen sonuca ulaşmak için değil, fikirleri ve hipotezleri test etmek için yapıldığını tam olarak anlayamazlar. Bilim adamı için deneyler yorumlanması gereken sonuçlar verirler. Bu açıdan her deney "işler" ancak beklendiği gibi sonuçlanmayabilir.

Öğrencilere kavram yanılgılarıyla yüz yüze kalmalarında yardım etme yeni bir konunun tanıtılacağı bir ders ya da laboratuarda öğretimden önce olası kavram yanılgılarını düşünmek ve gözden geçirmek oldukça faydalıdır. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının derinlerine inmek için sorular ve tartışmalardan faydalanılmalıdır. Öğrenciler, genellikle ön bilgilerinin çeşitliliği ile araştırmacıyı şaşırtırlar, bu yüzden onların açıklama ve cevaplarını çok dikkatli bir şekilde dinlemek gerekir. Açıklamalarını desteklemek için ipuçları vermek ve zor ya da yanlış kavranılmış kavramları birkaç gün ya da birkaç hafta sonra gözden geçirmek suretiyle öğrencilere yardımcı olunabilir. Kavram yanılgıları çoğunlukla derinlere işlemiş, büyük ölçüde açıklanmamış ve bazen de güçlü bir şekilde savunulmaktadır. Bir öğretmen etkili olabilmek için doğru bir şekilde kavramayı gerçekleştirebilmek için bu engellerin önemi ve değişmeye karşı direncini küçük görmemelidir. Bunlarla karşı karşıya kalmak hem öğrenci hem de öğretmen için çok zordur.

## **F. Testler**

Standart testler belli sayıda çoktan seçmeli sorulardan oluşan ve öğrencilerin bilgilerini öğrenme öncesinde ve sonrasında ölçmeye yarayan eğitimsel araçlardır. Soru metni madde imleri ile yazıldıktan sonra altında olası cevapları içeren çeldiriciler yer alır. Testlerde yer alan çeldiricilerin cevabın bilinmesinde kolaylık sağlamaması testin kalitesi ile ilgilidir. Kavram yanılgılarını belirlemede kullanılan testler tek, iki ya da üç aşamalı olarak düzenlenebilirler. Standart bir testin özellikleri şunlardır;

Cevaplar sayısal değerler elde etmede kullanılır.  
Testler geliştirilme şekllinden çok kullanım açısından sınıflandırılırlar.  
Değişmez uygulama ve değerlendirme yöntemleri vardır.  
Her zaman aynı sorular sorulur.  
Konu ile ilgili uzmanlar tarafından hazırlanmıştır.  
Geçerli ve güveniliridir.  
Her yerde kullanılabilir.  
Daha çok yüzeysel sonuçlara ulaşılır. Spesifik detaylara girmez.  
Her ortamda kullanılabilir.  
Değerlendirme yöntemi objektiftir.  
Daha çok ticari amaçla kullanılır (McMillan and Schumacher 1997).

#### **1.4.2. Öğrencilere kavram yanlışlarının üstesinden gelmede yardım etme**

Soyut ve karmaşık olan fen konularının anlaşılabilirliğini artırmak ve öğrenmeyi kalıcı kılmak için öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının giderilmesi fen eğitiminde amaçlanan hedeflere ulaşmanın etkili yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemler; Kavram haritaları (KH), Anlam Çözümleme Tabloları (AÇT), Kavram Ağları (KA), Zihin Haritaları (ZH) gibi grafiksel yöntemler ve Analogiler, Kavramsal Değişim Metinleri gibi kavramları açıklamaya ve örneklendirmeye dayalı metinlerdir. Kavram haritalarının yapısı, kavramlar arası ilişkilerin grafiksel bir yolla ifade edilmesine dayanmaktadır. (Ayvacı ve Devecioğlu 2007). Anlam Çözümleme Tabloları kavramlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yönelik olarak düzenlenen iki boyutlu tablolarıdır. Semantik ağ da denilen kavram ağları, öğrencilerin izlenimlerini ve düşüncelerini kavram ve ilkelerle uyumlu olarak ortaya koyan grafiksel bir araçtır. Zihin haritaları ise farklı kavram ve fikirler arasındaki ilişkilerin beyin fırtınası yöntemi ile şematize edilmesine dayalı grafiksel bir yöntemdir (Çepni 2005). Analogiler, yabancılık çekilen bir olgunun bize tanıdık gelen bir olguya benzetilerek açıklanmasıdır. Analogide bilinenle bilinmeyenler arasındaki ilişkiyi ve transfer mekanizmasını açıklayan üç teori vardır. Parçasal (componential) teori, dört elemanın karşılaştırılarak aralarındaki ilişkinin algılanmasını gerektiren analogi türüdür. Yapısal teoride, benzerliğin kurulmasını ve bu benzerliğin

anlaşılmasını sağlayan kesin kurallar onları örneklendiren sözdizimi ilkeleriyle verilir. Pragmatik teoride bilgi, bir kaynaktan hedefe doğru planlanırken hangi amaç için kullanıldığına bağlı olarak etkilenir (Küçükturan 2003). Kavramsal değişim metinleri (KDM), öğrencilerin kavram yanlışlarının ve sebeplerinin neler olduğunu belirten ve bu yanlış kavramaların yetersiz olduğunu örneklerle açıklayan metinlerdir. Bu metinlerde öncelikle öğretilecek konu ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirtilir, bunların yanlış oldukları açıklamalar ve örneklerle belirtilir. Böylece öğrencinin kendi bilgisinin yetersizliğini ya da yanlışlığını anlaması sağlanarak öğrencide kavramsal değişim oluşturulmaya çalışılır (Özmen ve Demircioğlu 2003).

Öğrencilere kavram yanlışlarını düzeltmelerine yardım etmek için stratejiler nasıl öğrendiğimiz üzerine yapılan araştırmalara dayanır (Arons 1990; Minstrell 1989). Başarı için anahtar öğrencilerin yeni bilgileri için doğru bir yapıyı oluşturdukları ya da yeniden oluşturduklarını garanti altına almaktır. Bu yapıyı oluşturmanın bir yolu öğrencilere Novak ve Gowin (1984) tarafından keşfedilmiş olan "kavram haritası" hazırlamaktır. Bu teknikle öğrenciler bir dizi kavram ve bunlar arasındaki ilişkiyi görselleştirmeyi öğrenirler. İsimleri (ve bazen de sıfatları) içeren kutular bir dizi çizgiyle ilgili kutulara bağlanmışlardır, önermeler ya da fiiller ilişkilerin ortaya çıkmasını sağlamak için bu çizgilerin üzerine yazılmışlardır. Esiobu ve Soyibo (1995) işbirlikli gruplarda kavram haritası oluşturan öğrencilerin bireysel çalışan öğrencilere göre daha fazla kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirdiklerini ve böylece kavram haritalarının kullanımının öğretim ortamının oluşturulma şekline bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar kavram temelli görevlerde işbirlikli grupların, kavram haritalarını içermese bile, üniversite öğrencilerinin kimyadaki belli kavram yanlışlarını düzeltmelerine yardım etmede belirgin bir etkisi olduğunu bulan Basili ve Sanford (1991) tarafından da bildirilmiştir.

Öğrencilere kendi kavramsal yapılarını yeniden oluşturmalarına yardım etmek zor bir görevdir ve ister istemez bir fen bilimleri dersindeki diğer aktivitelerden daha fazla zaman alır. Bununla birlikte eğer öğrencilere kavram yanlışlarını düzeltmelerine yardım etmeye karar vermişseniz şu yöntemleri deneyebilirsiniz:



- Konu hakkındaki yaygın kavram yanlışlarını önceden tahmin edin ve diğerlerine karşı da uyanık olun.
- Öğrencileri diğer öğrencilerle yapılan tartışmalarda kendi kavramsal yapılarını test etmeleri için teşvik edin.
- Laboratuvar çalışmaları ve demonstrasyonlarla yaygın kavram yanlışlarını nasıl engelleyebileceğinizi düşünün.
- Olabildiğince sık yaygın kavram yanlışlarını gözden geçirin.
- Öğrencilerin kavramlarının geçerliliğini belirledikten sonra yeniden değerlendirin.

### 1.4.3. Kavramsal değişim yaklaşımı

Artık pek çok bilim adamı, fen öğretimi ve öğreniminin merkezinde, kavramların yeniden düzenlenmesi sürecinin yattığını fark etmeye başlamışlardır. Buna dayalı olarak ta fen eğitimcilerinin kavramsal değişim süreci gerçeğini ciddi bir şekilde ele almaları gerektiği önerilmektedir (Posner *et al.* 1982). Yirminci yüzyılın sonlarına doğru, Posner ve arkadaşlarının ileri sürdüğü teori ki bu kavramsal değişim modeli olarak bilinmektedir, kavramsal yapılanma süreci için en aydınlatıcı ve en açıklayıcı modellerden birisi olarak kabul edilmektedir (Demastes *et al.* 1996; Tyson *et al.* 1997; Beeth 1998; Feldman 2000; Thorley and Stofflett 1996; Dagher 1994; Cobern 1996). Strike ve Posner (1992) kavramsal değişim teorisinin kapsamını, daha ayrıntılı olarak açıklamışlar ve bu teorisinin, mevcut kavramların yeniden yapılandırılması için gerekli olan durumların ortaya çıkarılmasına yönelik olduğunu belirtmişlerdir.

Posner ve arkadaşlarına (1982) göre öğrenme, öğrencinin mevcut kavramlarının ve daha önceki deneyimlerinin ışığı altında oluşmaktadır. Öğrenciler her ne zaman yeni bir olguyla karşılaşsalar, bu olguya bir anlam verebilmeleri için mevcut kavramlarına gereksinim duyarlar. Mevcut kavramlar olmaksızın öğrencinin yeni olgu hakkında soru sorması, sorulan bir soruya cevap vermesi ya da bu olgunun özelliklerini diğerleriyle ilişkilendirmesi veya diğerlerinden farklılaştırması olanaksızdır. Söz konusu araştırmacılar öğrenme süreci içerisinde, öğrenmenin iki boyutundan bahsetmektedir. Bunlardan ilki özümleme (assimilation) olarak adlandırılır ve yeni bir kavramın,

öğrencinin mevcut kavramlarıyla bağdaştırılması ya da mevcut kavramları üzerine ilave edilmesi sürecini temsil eder. Öğrenmenin diğer boyutu ise kavramsal değişim ya da düzenlenme (accommodation) olarak adlandırılır ve öğrencinin, yeni bir kavramı başarılı bir şekilde algılamasında yetersiz kalan mevcut kavramlarını yeniden organize etmesi ya da yenisiyle değiştirmesi sürecini temsil eder. Posner ve arkadaşları (1982) kavramsal değişim modeliyle, öğrenmenin bu ikinci boyutunu ele almayı amaçlamışlardır.

Kavramsal değişim, kişinin bilgi yapısındaki köklü değişimler olarak da tanımlanabilir. Ancak, bilgi yapısındaki köklü değişimler ani bir şekilde ortaya çıkmaz. Kavramsal değişim yavaş yavaş ve kademeli bir şekilde gerçekleşir. Öğrencinin, karşılaştığı yeni bir kavramı hemen açık ve anlaşılır bir şekilde anlaması pek olası değildir. Kavramsal değişim, öğrencinin yeni karşılaşılan bir kavramın bazı yönlerini benimsemesi ve daha sonra bu yeni kavramın içeriğinin ve anlamının farkına vardıkça diğer mevcut bilgilerini kademeli olarak düzenleme yoluna gitmesi sonucunda, yeni kavramı öğrenme yolunda attığı ilk adım süreci olarak düşünülebilir. Buna göre kavramsal değişim, bilgilerin aşamalı olarak düzenlenmesi süreci olarak dikkate alınabilir. Bu süreç içerisinde bilgilerde meydana gelen her bir düzenlenme, bir sonraki düzenlenme için zemin teşkil eder ve sonuçta mevcut kavramlar ya yeniden organize edilir ya da yeni olanlarıyla değiştirilir.

Kavramsal değişimin oluşabilmesi için bazı koşulların yerine getirilmesi gereklidir ve bu koşullar Posner ve arkadaşları (1982) tarafından yetersizlik, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve verimlilik olmak üzere dört grupta ele alınmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

### **1. Yetersizlik (Dissatisfaction)**

Mevcut kavramların yetersiz olduğu fark edilmelidir. Öğrencinin, karşılaştığı bir problemin çözümünde mevcut bilgilerinin yetersiz kaldığını tecrübe etmedikçe, sahip olduğu kavram yanlışlarını doğru olanlarıyla değiştirmeyecektir. Yani öğrenci yeni bir

kavramı kabullenmeden önce, mevcut kavramlarının yetersiz olduğunun farkında olmalıdır. Böylece öğrencide, mevcut kavramlarına karşı bir güvensizlik hissi oluşacaktır. Bu durum daha çok, karşılaşılan yeni bir kavramın öğrencinin zihnindeki mevcut bilgi yapısıyla uyuşmaması neticesinde ortaya çıkar. Öğrencinin böyle bir durumla karşılaşması halinde seçebileceği bazı alternatiflerden birisi, bu uyuşmazlığı ortadan kaldırmak için mevcut kavramlarında köklü değişiklikler olması gerektiği sonucuna varmasıdır. Ancak bu, diğer alternatifler içerisinde gerçekleşme ihtimali en zor ve en zayıf olanıdır. Diğer alternatifler de şu şekilde sıralanabilir: yeni kavram reddedilebilir; yeni kavramın mevcut bilgilerle ilişkilendirilememesi neticesinde yeni kavrama karşı ilgisizlik ortaya çıkabilir; yeni kavram, mevcut kavramlarla ilişkilendirilmeden olduğu gibi benimsenebilir; yeni kavramın mevcut kavramlara benzetilme çabası içerisine girilebilir.

Yukarıdaki ifadelerden mevcut bilgilerle yeni kavramlar arasında ortaya çıkan uyuşmazlığın öğrencinin, mevcut kavramlarının yetersizliğini fark etmesine neden olduğu söylenebilir. Ancak bunun bazı şartları bulunmaktadır. Bunlar;

- 1- Öğrencilerin, karşılaştığı yeni bir kavramla mevcut kavramları arasında ortaya çıkan uyuşmazlığın neden kaynaklandığını anlaması,
- 2- Öğrencilerin, mevcut kavramlarıyla, karşılaştığı yeni kavramlar arasında uzlaşma sağlaması gerektiğine inanması,
- 3- Öğrencilerin, mevcut bilgileri arasındaki tutarsızlıkların azaltılması yönünde çaba sarf etmesi,
- 4- Öğrencilerin, karşılaştıkları yeni bilgileri mevcut bilgilerine benzetme çabalarının olmaması, şeklinde sıralanabilir.

Posner ve arkadaşlarına göre (1982) bu çatışma evresi yani mevcut kavramların yetersizliğinin farkına varılması, kavramsal değişim sürecinin en önemli kısmını teşkil etmektedir; yalnızca bu evre içerisinde öğrenciler, mevcut kavramlarını yeniden düzenlemeleri ya da yenisiyle değiştirmeleri gerektiğinin farkına varacaklardır.

## **2. Anlaşılrlık (Intelligibility)**

Yeni kavram anlaşılır olmalıdır. Öğrenci yeni bir kavramı kabullenebilmesi için o kavramı anlaşılır bulmalıdır. Yani, yanlış kavramların yeni (doğru) olanlarıyla yer değiştirilebilmesi için yeni bilgilerin anlaşılır olması gerekmektedir. Ancak, yeni bilgilerin anlaşılır olması tek başına kavramsal değişimin olması için yeterli değildir.

Yeni bilginin anlaşılır olması iki yönüyle ele alınabilir;

- 1- Yüzeysel olarak; yüzeysel seviyedeki anlaşılrlıkla yeni bilginin ifade ediliş şeklinin ve kullanılan terim ve sembollerin anlaşılır olması kastedilmektedir.
- 2- Ayrıntılı olarak; bu yönüyle yeni bilginin anlaşılır olması, yüzeysel seviyede kastedilenlerden daha fazlasını anlamayı, yani herhangi bir konu ya da metinde ifade edilenlerin mantıklı bir şekilde açıklamasının yapılabilmesini gerektirir.

Yeni bilginin anlaşılır olmasında özellikle konuyla ilgili anolojilerin ve örneklerin önemli olduğu unutulmamalıdır.

## **3. Mantıklılık (Plausibility)**

Yeni kavram mantıklı olmalıdır. Karşılaşılan yeni bilgi en azından öğrencinin mevcut kavramlarının neden olduğu problemleri çözüme kavuşturma kapasitesine sahip olmalıdır. Aksi takdirde yeni bilginin mantıklı olduğu söylenemez. Mantıklılık, aynı zamanda, yeni bilginin diğer bilgilerle uyumunun bir sonucudur, yani yeni bir kavramın mevcut kavramlarla uyuma derecesinin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Yeni bir kavramın mantıklı olarak kabul edilebilmesi için göz önünde bulundurulabilecek bazı yönler şu şekildedir;

- a- Yeni bilgi, kişinin mevcut bilgi yapısı ile uyumlu olmalı.
- b- Yeni bilgi kişinin geçmiş deneyimleriyle uyumlu olmalı.

c- Kişi yeni bilgiyi zihninde canlandırabilmeli.

d- Yeni bilgi, kişinin problemini çözebilme kapasitesine sahip olabilmeli.

#### 4. Verimlilik (Fruitfulness)

Yeni kavram verimli olmalıdır. Öğrenci önceki bilgilerinin neden olduğu bir problemi çözebilen mantıklı ve anlaşılır yeni bir kavramla karşılaştığında, bu kavramı kolayca bilgi yapısına işleyecektir. Şayet yeni bilgi sadece önceki bilgilerin neden olduğu problemleri çözmekle kalmayıp, aynı zamanda öğrenciye yeni bir bakış açısı kazandırıyorsa o zaman yeni bilginin verimli olduğu söylenebilir. Kısaca verimlilik, öğrencinin yeni bilgiyi diğer alanlarda da kullanabilmesini ifade eder.

Fen öğretimi, kavramsal bir değişimin oluşması için uygun bir zemin oluşturur. Mevcut bilgilerdeki köklü değişimler -ki bu kavramsal değişim olarak adlandırılmıştı- öğrencinin düşünce yapısındaki, bilgi yapısındaki ve dünyaya bakış açısındaki değişimleri içermektedir. Ancak, bu tür değişimlerin meydana gelmesi özellikle önceki bilgilerine sıkıca bağlı olan bireyler için hem endişe verici hem de zordur. İnsanlar, mevcut kavramlarının yetersizliğini hissetmedikçe ve yeni bilgiyi anlamlı, mantıklı ve verimli bulmadıkça mevcut kavramlarını değiştirmeye karşı direnç göstereceklerdir. Mevcut kavramların yetersiz olduğu hissedildiğinde, önceki bilgilerle yeni bilgiler arasında bir uyumsuzluk ve bunun sonucunda da bir nevi zihinsel çatışma meydana gelecektir. Bu uyumsuzluğun öğrenci tarafından ciddiye alınması onu kavramsal değişime karşı hazırlayacaktır. Meydana gelen bu uyumsuzluk ne kadar ciddiye alınırsa, mevcut kavramların yetersizliğinin de o kadar farkına varılır ve sonuçta kavramsal değişimin gerçekleşmesi de o kadar kolay olur. Çoğunlukla geleneksel öğretim; konuların anlatılması, problem çözümü, prensip ve konuların açıklanması, laboratuvar uygulamaları, öğrenilen bilgileri ve bu bilgilerin problem çözümünde kullanılabilme düzeylerini test etmeyi içermektedir. Kavramsal değişimin amaçlandığı öğretim şeklinde ise Posner ve arkadaşları (1982) tarafından aşağıdaki değişikliklerin yapılması önerilmektedir;

- I-** Öğrencilerde zihinsel dengesizliğin oluşmasına yol açacak şekilde derslerin, gösteri deneylerinin, problemlerin ve laboratuvar etkinliklerinin geliştirilmesi.
- II-** Derslerin önemli bir kısmının, öğrencilerin önceki bilgilerinin ortaya çıkarılmasına yönelik olacak şekilde organize edilmesi.
- III-** Öğrencilerde kavramsal değişim sürecinin öğretmen tarafından takip edilmesine olanak sağlayacak değerlendirme tekniklerinin geliştirilmesi.

Öğretim süreci içerisinde öğretmenin sadece bilgilerin sunucusu ve fikirlerin açıklayıcısı konumunda bulunması, öğrencilerde kavramsal değişimin oluşması için onlara yardımcı olmada yeterli değildir. Öğrencilerde kavramsal değişimin meydana gelmesini kolaylaştırmak için öğretmen ayrıca öğrencilere, mevcut bilgilerinin yetersiz olduğunu hissettirecek etkinlikler sağlamalı ve bilimsel düşünceye sahip olmaları hususunda yardımcı olmalıdır.

### **1.5. Kavramsal Değişim Metinleri**

Hynd ve Alvermann (1986), kavram değiştirme metinlerini, bilimsel olarak doğru olan bilgilerle kavram yanlışları arasındaki çelişkileri açık bir şekilde ortaya koyan metinler olarak tanımlamaktadır. Kavram değiştirme metninde, öncelikle öğrencilerin konuyla ilgili kavram yanlışlarını aktif hale getirmek için bir soru sorulur. Daha sonra o konuyla ilgili sahip olunan yaygın kavram yanlışları belirtilerek bu bilgilerin neden yanlış olduğu açıklanır. Böylece öğrenciler, sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgulayarak, kendi bilgilerinin yetersizliğini görürler. Ardından konuyla ilgili yeni bilgiler açıklanır, örnekler verilir. Oluşturulan kavramsal değişim metinlerinin öğrencilere dağıtılması kavramsal değişimin devamlılığı ve kalıcılığı için tercih edilmelidir.

Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının giderilmesine yardımcı olmak için, Posner ve arkadaşlarının (1982) öne sürdüğü kavramsal değişim modelini temel alan birkaç öğretim stratejisi ortaya atılmıştır. Örneğin, Champagne ve arkadaşlarının geliştirdiği ve kavram karşılaştırma (ideational confrontation) adını verdikleri öğretim

modeli bunlardan bir tanesidir. Kavram karşılaştırma modelinde, öğretmen, yaygın kavram yanlışlarının bulunduğu bir olayı sınıf ortamında öğrencilerin dikkatine sunar. Öğrenciler, olayın sonucunda ne olacağı ile ilgili düşüncelerini tek tek ifade ettikten sonra bu düşüncelerini sınıf ortamında tartışarak savunurlar. Daha sonra bu olay sonucunda gerçekte neler olacağı gösterilir. Öğrencilerin olaya ait düşünceleri arasında oluşan uyuşmazlıklar tartışıldıktan sonra, öğretmen doğru açıklamaları yapar (Wang and Andre 1991).

Posner ve arkadaşlarının önerdiği kavramsal değişim yaklaşımını esas alan bir öğretim modeli de Roth tarafından geliştirilmiştir. Bu modele göre öğretmen, öncelikle öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını tespit etmelidir. Daha sonra öğrencilerin, mevcut kavramlarına dayalı olarak açıklamaya çalışacakları konular ortaya atılarak öğrencilerdeki kavram yanlışları aktif hale getirilmelidir. Bu aşamadan sonra, konuyla ilgili yaygın kavram yanlışları ve bunların yanlış olduğunu kanıtlayan deliller sunularak, öğrencilerin, sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgulamaları sağlanmalıdır. Son olarak, yanlış kavramların doğru şeklini ifade eden bilimsel açıklamalar yapılmalıdır. Roth, geleneksel yöntemle oranla yukarıda bahsedilen yaklaşımın kullanıldığı öğretim sürecinde öğrencilerin, yeni kavramları öğrenmede daha başarılı olduklarını rapor etmektedir (Chambers and Andre 1997).

Öğretim sürecinde kavramsal değişimin etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için çoğunlukla, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci etkileşimlerinin önemi üzerinde durulmaktadır. Bu tür yöntemler özellikle, öğrenci sayısının az olduğu sınıflarda etkili olmaktadır. Öğrenci sayısının fazla olduğu sınıflarda ise, bu yöntemlerin başarılı bir şekilde uygulanması daha zordur. Bu yüzden kalabalık sınıflarda kavramsal değişime neden olacak bilgileri içeren metinlerin kullanılması (kavram değiştirme metinleri), bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlarla daha uyumlu olacak şekilde, öğrencilerin kendi kavramlarını yapılandırmalarını kolaylaştırabilir. Kavram değiştirme metinleri, öğretmen merkezli sınıf içi etkinlikleri de daha etkili kılmak için ilave bir etkinlik olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, kavram değiştirme metinlerinin öğrenci sayısının az olduğu küçük sınıflarda da uygulanması, kavramsal değişimin

gerçekleşmesine yönelik bir yöntem olarak öğretmene yardımcı olabilir ve böylece öğretimi zenginleştirebilir (Chambers and Andre 1997).

Kavram değiştirme metinleri, kavramsal değişim yaklaşımına yönelik öğretim modelleri içerisinde en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Guzzetti *et al*, 1992). Bu çalışmada da, öğrencilerin geometrik optik ile ilgili kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin tespit edilmesi amacıyla kavram değiştirme metinleri kullanılmıştır.

### **1.6. Işık ve Görüntü Hakkındaki Kavram Algılamaları**

Hubber (1993)'in yaptığı araştırmaya göre optik konusunda belirlenen kavram yanlışları genellikle şu konularda ele alınmıştır.

- Bir eleman olarak ışık
- Işığın doğrusal hareketi
- Görüntü
- Işığın aydınlık cisimlerden izotropik (eşyönlü) yayılması
- Işığın yansımaları
- Işığın kırılması
- Işığın rengi
- Aynalar ve merceklerde görüntü oluşumu
- Işığın polarizasyonu

Öğrenciler tarafından tutulan alternatif kavramlar ek olarak öğrenciler ve öğretmenler için asıl kavramlar asıl kavramlar aşağıda listelenmiştir.



### 1.6.1. Işık ve görüntünün anahtar kavramları

Işık ve görüntü ile uğraşan öğretmen ve öğrenciler için anahtar kavramlar:

- Işık bir elemandır.
- Işık (parlayan enerji) boşlukta ilerleyen bir elemandır.
- Işık çok hızlı hareket eder. Uzayda (boşlukta) 300.000 kilometre/saniye.

### 1.6.2. Işığın doğası ve ışığın doğrusal hareketi

- Işık düz çizgiler (doğrular) boyunca yayılır.
- Yansıyan ışık cisimden gözlerimize yansıtıldığı zaman görürüz.
- Bazı cisimler ışık kaynağıdır (Güneş, alev, ateş küresi). Gördüğümüz cisimlerin çoğu ışığı yansıtır.
- Derinliği anlayabilmek için iki göze sahip olmak gerekir.
- Beynimiz dünyadan aldığımız görünüş setini birleştirir.
- Gözlerimiz ve beynimiz yanlış algılayabilir.
- Aydınlik cisimden yayılan ışık bir şey tarafından soğuruluncaya kadar doğrusal hareketine devam eder.
- Aydınlik bir cismin üzerindeki her nokta bütün doğrultularda ışık yayar (izotropik yayılım).

### 1.6.3. Işığın yansımaları

Normal düzlemler ışığı bütün yönlerde yansıtır/dağıtır (saçar) (Dağınık yansımalar). Aynalar gelen ışığa eşit bir açıda ışığı yansıtır (Düzgün yansımalar). Parlak zeminler gibi çoğu yüzeyler ışığı hem yansıtır hem de saçar (dağıtır). Bazı yüzeyler ışığı diğerlerinden daha fazla yansıtırlar. Siyah yüzeyler ışığın en küçük miktarını yansıtır.

#### 1.6.4. Işığın kırılması

Işık suyun veya camın içine girip çıktığında bükülebilir (doğrultu değiştirebilir). Bu farklı büyüklük ve biçimde görüntülere neden olur. Saydam bir maddenin yüzeyine dik olarak gelen ışık maddeyi geçerken doğrultu değiştirmez. Işığın kırılması, ışık bir saydam maddeden bir diğerin geçerken hızındaki değişim olarak tanımlanabilir.

#### 1.6.5. Işığın rengi

- Beyaz ışık bütün gökkuşağı renklerini kapsar (tayf) (KTSYMM = ROYGBB).
- Cismin rengi onun bir özelliği değildir, sadece ışığın belli bir rengini yansıtır ve diğer renkleri soğurur.
- Işığın temel renkleri kırmızı, mavi ve yeşildir. İkincil renkleri ise sarı, morumsu kırmızı ve yeşilimsi mavidir.

#### 1.6.6. Aynalarda ve mercekler görüntü oluşumu

- Düz aynadaki bir görüntü düzdür ve sağ sol terslenmesi vardır (cisimle simetriktir).
- Aynadaki görüntümüz, aynanın arkasında ve bizim aynanın önünde aynaya olan uzaklığımıza eşittir.
- Küresel aynalar görüntünün şeklinin ve büyüklüğünün farklı olmasına neden olur.
- Merceklerde ve aynalarda görüntü oluşumu şunları gerektirir.

a) Mercekten geçen ya da aynadan geriye yansıyan bütün ışık ışınları görüntü oluşumuna katkıda bulunur.

b) Cismin her noktasından çıkıp mercekten geçen ya da aynadan yansıyan ışık ya görüntü üzerinde karşılık gelen noktayı yaklaştırır (**gerçek görüntü**), ya da görüntü üzerinde karşılık gelen noktadan uzaklaşmış gibi görünür (**zahiri görüntü = gerçek olmayan görüntü**).

## 1.7. Öğrencilerin Işık ve Görüntü Hakkındaki Alternatif Kavramları

Öğrencilerin “optik hakkındaki algılamalar araştırması” onların değişik alanlarda bir dizi alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermiştir (Hubber 1993; Kaya ve Büyükkasap 2004; Kara vd. 2003).

### 1.7.1. Bir eleman olarak ışık ve ışığın doğrusal hareketi

- Işık etkileri anlıktır. Işık sonlu (sınırlı) bir hızla ilerlemez.
- Işık sadece kaynak ya da aydınlatma bölgesi ile bir bütündür (birleşiktir, sınırlıdır).
- Işık sadece kaynak ya da etkileri ile birleşiktir (sınırlıdır). Işık, boşlukta bağımsız olarak varlığı kabul edilmez dolayısıyla ilerliyor olarak düşünülemez.
- Işık cisimlerin etrafında bükülür, bulutlar gibi...
- Işık ampulünden dışa doğru çizilen doğrular ampülü saran parlaklığı gösterir.
- Gölge öyle bir şeydir ki kendisi ile birlikte varlığını sürdürür. Işık gölgeyi cisimden duvara ya da yere doğru iterek uzaklaştırır ve cismin “**karanlık**” yansıması olarak düşünülür.
- Işık aslında ışıklardan ibarettir.
- Işık ille de korunmaz, kaybolabilir ya da şiddetlenebilir.
- Lambadan çıkan ışık belli bir uzaklığa kadar dışa doğru yayılır ve sonra durur (ya da gözden kaybolur). Ne kadar uzağa gidebileceği ampulün parlaklığına bağlıdır.

### 1.7.2. Görüntü

- Bir cismi görmenin şartı sadece cismin üzerinde ışığın parlamasıdır.
- Işık cisimden göze ilerlemez (gelmez).
- Bir cisme bakıldığında gözden bir şey yayılır.
- Gözlemcinin bir cismi görebilmesi için sadece cisim ve gözlemcinin ışığın içinde bulunması yeterlidir.
- Göz dikey görüntüleri alır.

- Mercek sadece ışığı odaklamadan sorumlu gözün bir parçasıdır.
- Mercek retina üzerinde bir görüntü (resim) oluşturur sonra beyin bu görüntüye “bakar” ve böylece görürüz.
- Göz sadece görme için bir organdır; beyin ise sadece düşünme içindir.

### 1.7.3. Işığın yansımaları

- Parlak bir yüzeyden ışık rasgele bir yolla yansır.
- Işık parlak olmayan yüzeylerden değil pürüzsüz ayna yüzeylerinden yansıtılır.
- Küresel aynalar her şeyin biçimin bozar, değiştirir.

### 1.7.4. Işığın kırılması

- Işık her zaman saydam bir maddeyi kendi yönünü (doğrultusunu) değiştirmeden geçer.
- Saydam bir katı madde içerisinde bir cisim görüldüğü zaman cisim tam bulunduğu yerden görülür.

### 1.7.5. Işığın rengi

- Akkor ya da flüoresan bir lamba gibi beyaz bir ışık kaynağı bir rengi oluşturan ışığı üretir.
- Güneş ışığı renk içermediğinden diğer ışık kaynaklarından farklıdır.
- Beyaz ışık bir prizmadan geçtiği zaman renk bu ışığa eklenir.
- Renkli boyaları ve renkli kalemleri karıştırma kuralı renkli ışıkları karıştırma kuralı ile aynıdır.
- Renkli ışıkları karıştırmak için ana renkler kırmızı, mavi ve yeşildir.
- Bir cisme çarpan renkli bir ışık cismin arkasında ışığın rengi ile aynı renkte bir gölge oluşturur. Örneğin kırmızı ışık bir cisme çarptığı zaman kırmızı bir gölge oluşturur.

- Siyah ve beyaz bir gazetede bir resim üzerindeki gri gölgeler farklı gri gölgeli mürekkepler kullanılarak üretilir.
- Beyaz ışık renkli bir filtreden geçtiği zaman filtre ışığa renk ekler.
- Gazetelerde ve magazin dergilerindeki renkli resimlerde görülen farklı renkler bütün renklere karşılık gelen farklı mürekkepler kullanılarak oluşturulur.
- Renk, cismin bir özelliğidir ve hem aydınlatan ışık hem de alıcı (göz) den bağımsızdır. Örneğin kırmızı bir süveter kırmızı renkli moleküller içerir.
- Renkli bir ışık, renkli bir cismi aydınlattığı zaman ışığın rengi cismin rengi ile karışır.

#### 1.7.6. Merceklerde ve aynalarda görüntü oluşumu

- Bir ayna her şeyi ter yüz eder (ters çevirir).
- Bir gözlemcinin aynada bir cismin görüntüsünü görebilmesi için ya cisim aynanın tam önünde olmalıdır ya da tam önünde değilse, cisim gözlemcinin aynaya görüş çizgisinin boyunca olmalıdır. Aynadaki görüntünün görülüp görülmeyeceğini belirlemede gözlemcinin konumu önemli değildir.
- Bir gözlemci aynadan daha geriye doğru giderek kendi görüntüsünü daha fazla görebilir.
- Bir ayna şöyle çalışır: Önce görüntü cisimden aynanın yüzeyine gider. Sonra gözlemci ya görüntüyü ayna üzerinde görür ya da görüntü aynadan yansır ve gözlemcinin gözüne gider.
- Öğrenciler sık sık bir merceğin kendiliğinden ışık yayan cismin görüntüsünün nasıl oluştuğu hakkında şöyle düşünürler. Onlar cisim hakkında bilgi taşıyan bir “**potansiyel görüntü**” göz önüne getirirler. Bu bir “**potansiyel görüntü**” kendiliğinden ışık yayan cismi terk eder ve boşluktan geçerek merceğe ulaşır. Merceği geçtiği zaman bir “**potansiyel görüntü**” baş aşağı döner ve biçim değiştirebilir.
- Bir mercek yüzeyinin durdurucu parçası görüntüye karşılık gelen bölümünü engeller.
- Ekranın amacı görülebilsin diye görüntüyü almaktır. Ekran görüntü oluşturmak için gereklidir. Ekransız görüntü olmaz.

- (Ekran) merceğe göre nereye yerleştirilirse yerleştirilsin ekran üzerinde bir görüntü oluşabilir. Ekrandaki bir görüntüyü daha büyük görmek için ekran daha geriye hareket ettirilmelidir.
- Bir görüntü her zaman merceğin odak noktasında oluşturulur.
- Görüntünün büyüklüğü merceğin büyüklüğü (apına) bağlıdır (Hubber 1993).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde fen bilgisi öğretiminde kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavramsal değişim yaklaşımı yöntemleriyle kavram yanlışlarını gidermek üzere yapılmış çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenecektir.

Geban ve Başer (2007) öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamalarına iki farklı öğretim modelinin (kavramsal değişim ve geleneksel yöntem) ve cinsiyetin etkisini incelemişlerdir. İlköğretimin yedinci sınıfında okuyan yetmiş iki öğrenci, çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Isı ve sıcaklık konusu, deney grubunda kavram değiştirme metinleri, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim teknikleri kullanılarak dört haftalık bir süre içerisinde işlenmiştir. Her iki gruba da kavram başarı testi ve mantıklı düşünme yeteneği testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen bulgular, ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında kavram değiştirme metinlerinin kullanıldığı öğretim şeklinin geleneksel yöntemle oranla daha başarılı olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında cinsiyetler arasında önemli bir farklılığın olmadığı ve mantıklı düşünme yeteneğinin bu kavramların anlaşılmasında önemli bir yer tuttuğu belirtilmektedir. Kavram değiştirme metinleri bilgilerin kavramsal düzeyde anlaşılmasında geleneksel yöntemle oranla daha etkili olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının öğretimden sonra da devam ettiği tespit edilmiştir.

Büyükkasap ve arkadaşları (2001), Lise ve Sağlık Meslek Lisesinden 214 öğrencinin ışık hakkındaki yanlış kavramlarını araştırmışlardır. Araştırmada, özellikle değişik ışık kaynakları için sorulan “eğer ışık yayarsa, ne kadar uzağa gider?” sorusuna verilen cevaplar birbirinden çok farklı olarak bulunmuş ve yüz yüze görüşme yapılmasına bu nedenle karar verilmiştir. Çalışmada elde edilen yanlışlar; “Işık, gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılır”, “Işık, gündüz yayılmaz”, “Işık, gece yayılmaz” ve “Görme olayının meydana gelmesi için sadece bakmak yeterlidir” şeklindedir. Öğrencilerin ışığın yayılması konusundaki yanlış kavramlarının sebebi

olarak onların “yayılma” olayı ile “aydınlatma” olayını özdeşleştirmeleri gösterilmiştir. Yine öğrencilerin yanlış kavramlarını değiştirmede oldukça tutucu davrandıkları da araştırmadan elde edilen bulgulardan birisidir.

Kaya ve Büyükkasap (2004) Fen Bilgisi Öğretmenliği programı öğrencilerinin ışık ve atom kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, Fen Bilgisi Öğretmenliğinde öğrenim gören 3. sınıf öğrencilerinin 62’sine geliştirdikleri 16 maddelik test sonucunda elde ettikleri bulgular onların ışık ve atom kavramlarını anlama düzeylerinin sırasıyla %20 ve %84 olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerden 12’si ile mülakat yapılmıştır. Uygulanan test analiz edilmiş ve öğrencilerin ışık ve atom kavramları ile ilgili sırasıyla %34 ve %6 oranlarında yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yanlış anlamalardan ışık kavramı ile ilgili olanlardan bazıları; “Işık ulaştığı yüzeyi aydınlatan maddedir.”, “Işık, belli bir kaynaktan çıkıp sonsuza kadar giden doğrular topluluğudur.” şeklindedir. Atom kavramı ile ilgili olarak ise “Atom maddenin bölünemeyen en küçük yapı taşıdır.” şeklinde yanlış tespit edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin ışık konusunda anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu ve her iki kavramla ilgili yanlış anlamalarının bulunduğu rapor edilmiştir.

Brown (1992) analogilerin kavramsal değişime etkisi üzerine yaptığı çalışmada geleneksel öğretim yerine analogilerle öğretim tekniğinin etkilerini sorgulamıştır. Kavram yapılandırma çabasında öğrencilere yardımcı olmak için ilk olarak, kullanılan analogiler sadece öğretmenler ya da ders kitabının yazarı için değil öğrenciler için de anlaşılabilir ve inandırıcı olmalıdır. Bir analogi öğrenciye zor gelse de bir yanlışlığı açan hedef probleme benzer olarak görülmeyebilir. Bu durumda açıklıkla, benzerlik ilişkileri geliştirilmelidir. Konu için mekanik açıklamalar sunan niteliksel, görselleştirilebilir modeller açıklıkla geliştirilmelidir.

Öğrencilerin kavram yanlışlarının olması durumunda onlara analogilerin kullanıldığı bu yöntem yararlı olabilir. Bu, öğrencilerin kavram yanlışlarının olduğu bilgi alanı için hangi tür analoginin kullanılması gerektiğini ortaya koyar.



Bu çalışmada gönüllü 21 lise öğrencisi örneklem olarak alınmış ve her biriyle yaklaşık 45 dakika görüşme yapılmıştır. Öğrenciler başlangıçta fizik dersi almamış ancak bir sonraki yıl fizik dersi alabilecekler arasından seçilmiştir. Kimya derslerindeki başarı düzeylerine bakılarak (ileri veya standart) her öğrenci dört alt grubun birine atanmıştır. Her alt grupta öğrencilerin yarısı açıklamaların bir bölümünü kalan yarısı da diğer bölümünü almak üzere ayarlanmıştır. Bu çalışma kavramsal değişimi sağlamada somut örneklerin kullanılmasının etkili olabileceğini göstermiştir.

Alparslan ve arkadaşları (2003) kavramsal değişim öğretimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile 11. sınıf (16-17 yaşları) öğrencilerinin solunumu anlamaları için kavramsal değişim öğretiminin etkileri araştırılmıştır. İlk olarak, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla 11. sınıf öğrencileri ile yüz yüze görüşülmüş ve bu görüşmelerden elde edilen veriler ve ilgili literatür araştırmanın bir sonraki aşamasında solunum kavram testi geliştirmek amacıyla kullanılmıştır. Test bir kent lisesinin ikinci sınıf öğrencilerinin 68'ine uygulanmıştır. Deney grubu kavramsal değişim öğretimi alan 18'i erkek, 16'sı kız olmak üzere 34 öğrenciden, kontrol grubu ise 19'u erkek, 15'i kız 34 öğrenciden oluşmuştur. Kontrol grubuna öğretmen tarafından sağlanan geleneksel düz anlatım yöntemi (öğretimi) uygulanmıştır. Öğretim uygulanmadan önce her iki grubun öğrencilerine de solunum hakkındaki önbilgilerini belirlemek amacıyla öntest uygulanmıştır. Sonuçlar her iki grubunda solunum hakkında eşit algılamaya (bilgiye) sahip olduklarını göstermiştir. Öğretimden sonra veriler “science process skill scores = (spss)” programı kovaryant analizi kullanılarak iki yönlü kovaryans (ANCOVA) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin solunum kavramlarını anlamayı başarmada onların bilimsel işlem yeteneklerinin önemli bir payı olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin kavram yanlışları ile ilgili olan kavramsal değişim öğretimi açıkça solunum kavramlarını anlamada önemli derecede başarı sağlamıştır.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004) “Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanlışları” konulu bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışma, lise 2. sınıf öğrencilerinin, ortaöğretim fizik programı içeriğinde yer alan mekanik enerjinin korunumu konusu ile ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak

amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, mekanik enerjinin korunumu kavram testi geliştirilmiştir. Öğrencilerin enerjinin korunumu hakkında kavram yanlışlarına sahip oldukları ve enerji formlarındaki değişimleri fark edemedikleri tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen kavram yanlışları şunlardır: Basit sarkacın bir tam salınımında toplam enerjideki değişimin artar. Basit sarkacın bir tam salınımında toplam enerjideki değişimin azalır. Kütlenin yüksekliğindeki azalma durumunda kinetik enerji değişmez. Kütlenin gravitasyonel potansiyel enerjisi artar. Yükseklikle potansiyel enerji ters orantılıdır. Potansiyel enerji değerindeki azalma karşısında kinetik enerjinin değeri de azalır. Korunumlu bir sistemde kinetik ve potansiyel enerji değerleri toplamı, toplam enerji değerinden az olur. Araştırmacılar çalışmalarının sonunda, öğrencilerin sahip oldukları bu kavram yanlışlarının iki nedeni olduğuna vurgu yapmışlardır. Bunlardan

Birincisi: Ders kitapları, öğretmen faktörü ve öğrencilerin daha önceki bilgilerinin bilinmemesi,

İkincisi: Ders sırasında öğrencilerde gerekli kavramsal değişimin yapılmaması olarak belirtilmiştir.

Hynd *et al.* (1994) Lise fizik konularında kavramsal değişimde öğretim değişkenlerinin rolünü araştırmışlardır. Bu çalışma fizikteki kavram değişimi üzerine etki eden üç değişkeni belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Eğitime rağmen hala bir gösteride yer alan cisimlerin hareketleri hakkında bilimsel olmayan sezgisel düşünceleri olan dokuzuncu ve onuncu sınıf öğrencileri öğrenci-öğrenci tartışmalarında yer almışlar ve/veya Newton'un hareket yasaları üzerine düzenlenmiş çürütme metnini okumuşlardır. Öğrenciler tüm sınıflardan ön-test, eğitim ve son-test şeklinde üç aktivitenin kombinasyonlarında yer almak üzere gelişigüzel olarak sekiz grupta ayarlanmışlardır. Öğrenciler bazı ölçütlerde metinlerle nasıl etkileştiklerini gösteren bir gösteriyi izlerken, son-test sonuçları onların sezgisel düşüncelerini bilimsel olanlarla değiştirdiklerini ortaya koymuştur. Bir grupta düşünceleri tartışma bilimsel kavramların anlamlı öğrenilmesine yol açmamış ancak, hem gösteriden hem de birbirlerinden daha az etkilenmelerini sağlamıştır.

Demircioğlu ve arkadaşları (2003) yaptıkları araştırma ile kavram yanlışlarının çalışma yaprakları ile giderilmesine çalışmışlardır. Bu nedenle yanlışların belirlenmesi ve giderilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermek için çalışma yaprakları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışma örneklemi, 40 öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulama sonunda çalışma yapraklarının, öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili yanlışlarını gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Saarelainen and Viiri (1999) fizik eğitiminde optik konusunun daha iyi öğretilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, zorunlu olarak optik dersini alan 70 öğrenciye 1998 güz döneminden başlayarak 1999 bahar döneminin sonuna kadar uygulanmıştır. Çalışma boyunca ışığın genel doğası, bir mercekte görüntü oluşumu, ışık ışınlarının izlediği yolun anlamı, elektromagnetik dalgaların yayılması ve polarizasyonu ile ilgili dört soru serisi uygulanmıştır. Sonuçlar, lisans öğrencilerinin optikte yetersiz anlamaya sahip olduklarını ve özellikle ışığın polarizasyonu ile ilgili olarak; dairesel polarize ışığın sadece birbirini kesen polarize edici sistemden geçemeyeceği, dairesel polarize ışığın her zaman birbirine dik iki elektrik alan bileşenine ayrılamayacağı ve dairesel eliptik olarak polarlanmış ışığın geçişinin polarlayıcının dönme açısına bağlı olduğu gibi yanlış fikirlere sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Cansüğü ve Bal (2002) öğrencilerin ışık ünitesinde yer alan ışığın mahiyeti ve ışığın hızı konuları hakkındaki yanlış kavramlarını tespit etmek amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada ışık ve ışığın hızı hakkında şu yanlışlar belirlenmiştir. Işık hakkında; Işık, etrafı aydınlatan bir kaynaktır. Işık, kaynaklarının etrafa yaydığı enerjiye ışık denir. Işık, cisimleri görmemiz için gerekli kaynaktır. Saydam bir ortamdan çıkıp diğer saydam bir ortama geçen maddeye ışık denir. Bir yeri aydınlatmak için kullanılan bir eşyadır. Bir yeri ışıtan maddeye ışık denir. Çevremizi görmeye yarayan bir tür elektrik kaynağıdır. Işığın hızı hakkında; öğrenciler ışığın hızı için sayısal değerler kullanmışlar ancak yanlışları, doğru sayıyı söyleyememeleridir. Bazıları da sayı

vermekten kaçınmışlar ama yıldırım, şimşek gibi doğa olayları ile karşılaştırma yapmışlardır.

Chen *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada Tayvan'daki lise öğrencilerinin 317'sine uygulamak üzere bir düzlem aynadaki yansımaları göre görüntü ve gölge oluşumunu gösteren geometrik optik algılamalarını belirlemek üzere iki aşamalı bir tanı testi geliştirmişlerdir. Tanı aracının geliştirilmesinde kavram haritaları ve geometrik optikle ilgili gerekli bilgiyi gösteren öneri cümleleri liste edilmiştir. En sık belirlenen yanlış algılamalara dayalı olarak düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin iki aşamalı, çoktan seçmeli bir test geliştirilmiş ve bu testin sonuçları değerlendirilmiştir. Testin sonucunda öğrencilerin düzlem aynada görüntü ve gölge oluşumuna ilişkin anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen yanılgılar: Karanlık bir odada düzlem aynada bir cisim görebilmek için aynanın aydınlatılması gerekir. Bir düzlem aynada ışık kaynağının konumu değiştirildiğinde görüntünün konumu da değişir. Bir düzlem aynada gözlemcinin konumu değiştiğinde görüntünün konumu da değişir.

Langley *et al.* (1997) çalışmalarında 10. sınıf öğrencilerine ışığın yayılması, görüntü oluşumu ve görme konularını vererek geleneksel öğrenimden önce, öğrenim sürecinde ve öğrenim sonrasında öğrencilerin yaşadıkları zorlukları ve onların fen bilgisi sahibi olmadan önceki kavramlarının kaynağını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; Öğretim öncesi öğrenciler optik sistemler, ışığın yayılması ve aydınlanma modelleri konularına aşinadılar. Şematik gösterimler ve optik konularındaki açıklamaları alan öğrenciler ışık diyagramlarını usule uygun yapmaktadırlar. Öğrenim öncesi öğrenciler ışığın yayılması hakkında uygun tanımlayıcı ve açıklayıcı bir modele sahip değildirler. Görme konusunun içinde yer alan alt başlıklar optik konuları için önceden planlı birleştirilmiş bir modelin kurulmasında şaşırtıcı etki göstermektedirler.

Çalışmada ışığın yayılması konusunda öğrencilerin bir bölümünün çizimlerinde gözü bir ışık kaynağı olarak düşündüklerine yer verilmekte ve yanılgıları olan öğrencilerin öğretim süreci içerisinde bu yanılgılarının giderilmesi gerektiği, bunun için de değişimi sağlayacak öğretim modellerinin uygulanması gerektiğine vurgu yapılmaktadır.

Shymansky *et al.* (1997) yapılandırma işlemini sorgulamayı amaçlayan, 10. sınıf öğrencilerinin klasik mekaniği anlamalarındaki değişiklikler hakkında bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın örneklemini Doğu Avustralya'da bir lisenin 10. sınıfındaki 22 öğrenci oluşturmuştur. Yöntem olarak kavram haritaları ve mülakat yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada ortaya çıkarılan kavram yanılgıları şunlardır: Sürat, hız ve ivme aynı kavramlardır. İvme hızın maksimum değeridir. Eylemsizlik bir cisim hareket ettiğinde ortaya çıkar. Kuvvet kütleyle sahiptir bu yüzden madde miktarıyla hesaplanır. Kuvvet iş yapma kabiliyetidir. Potansiyel enerji cismin hareketine bağlıdır.

Goldberg *et al.* (1987) öğrencilerin yakınsak mercek ve çukur aynada oluşan gerçek görüntüleri algılamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma kolej eğitimi sırasında genel fizik dersi almış öğrencilerle öğretim öncesi ve sonrası yapılan görüşmeler biçiminde yürütülmüştür. Çalışmada toplamı 80 olan her bir öğrenciye 40 ila 60 dakikalık bir görüşmede bir görev verilmiş ve bu görevde önce bir tahmin yapma veya bir eylemi başarması sonra da konu hakkındaki ilkeler, ışık diyagramları hakkında açıklama yapması istenmiştir. Çalışma düzlem ayna, yakınsak mercek ve çukur ayna olmak üzere üç bölümden oluşturulmuştur. Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda kolej eğitimi sırasında geometrik optik dersi almamış öğrencilerin daha çok bilimsel olmayan kavramlar kullandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğu ne merceği, aynayı ya da ekranı, ne de bunların bileşiminden oluşan optik sistemin bileşenleri arasındaki ilişkiyi kavrayamamışlardır. Öğrencilerin çizim ve ışık diyagramlarının yorumu, ışık ışını kavramı ve grafiksel gösterimi hakkında yetersiz anlamaya sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Fetherstonhaugh ve Treagust (1992) kavramsal değişimi ortaya çıkarmak için öğretim konulu çalışmalarında ışık ve özellikleri hakkında öğrenci anlamaları üzerinde

durmuşlardır. Bu çalışmanın örneklemini Doğu Avustralya'da zekâ ve yaş düzeyleri birbirinden farklı 83 öğrencilerden oluşmuş bir kent ve bir taşra lisesi fen sınıflarından seçilmiştir. Veriler tanı testi ile toplanmıştır. Testin güvenilirliği 0,67'dir. Çalışmanın başlangıç verileri 1987'de taşradaki lisenin 10. sınıf ve 8. sınıf öğrencilerinden 83'üne uygulanan tanı testinden elde edilmiştir. Bu testin güvenilirliği 0,67 olarak bulunmuştur. Taşradaki 8. sınıf 27 öğrenciden elde edilen veriler 1988'de kent lisesi 20 öğrenciye uygulanan öntest sonuçları ile karşılaştırılmış ve bu testin güvenilirliği de 0,62 olarak bulunmuştur. Çalışmada bulgular ışık ve özellikleri ile ilgili öğrenci kavramları şunlardır: Gece ya da gündüz ışık farklı uzaklıklara gider. Gündüz ışık yol almaz. Gözümüze yansıtılan ışıkla göremeyiz, bakarak görürüz. İnsanlar sadece karanlıkta görebilir. Işık aynalarda durur. görüntü oluşturmak için merceklere gerek yoktur. Bağımsız t-testi sonuçlarından elde edilen veriler kent ve taşra liselerindeki öğrencilerin ışık ve özellikleri hakkında ortalama değerleri arasında istatistiksel fark olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca uygulanan öğretim stratejisinin sonucunda taşradaki lisede daha fazla kavramsal değişimin sağlandığı bulgulanmıştır.

Palacios *et al.* (1989) geometrik optikte karşılaşılan kavram yanılgıları ve bu yanılgıların eğitimsel değişkenleri üzerinde durmuşlardır. Çalışmanın amacı, öğrencilerin geometrik optikle ilgili kavram yanılgılarını tespit etmek ve tanımlamak ve son ve anlamlı eğitimsel değişkenleri incelemektir. Çalışmada geometrik optik konusunda ön-kavramları belirlemek üzere fen alanından 44 öğretmen adayı örneklem olarak seçilmiştir. Geliştirilen ön-testin A, B ve C bölümlerinin her birinde ayrı ayrı geometrik optik konuları (Işık, ışık ışını, yansıma, kırılma ve yayılma), kavram yanılgıları ve yanılğı sahibi öğrenci yüzdeleri tablo biçiminde verilmiştir. Durgun bir gözlemci tarafından ölçülen ışık hızı, ışık kaynağının hızına bağlıdır %16. Yansıma ve kırılma ışığın iki özelliğidir, birbirini dışlar. Örneğin; birinin varlığı diğerini engeller %21. Bir düzlem ayna, sadece camdan ya da metallere yapılır %24. Bir düzlem ayna, kendisine gelen bütün ışık ışınlarını yansıtır %42. Düzlem aynalar, gerçek görüntüler oluştururlar %32. Bir mercekle, içinden geçen ışığın hızını artırır %11. Bir optik prizma, gelen açıya bağlı olarak kendisine ulaşan ışık ışınlarını ya dağıtır ya da yansıtır %39. Bir optik prizma, üçgen prizma şeklinde olmalıdır %12. Bir optik prizma, saf bir renk tayfını

dağıtılabilir %13. Bir cisim görmek için, gözden gönderilen ışık ışınları cisme değmelidir %16. Bir cisim görebilmek için cisim opak olmalıdır %10.

Kara ve arkadaşları (2003) çalışmada geometrik optik konuları ele alınmıştır. (Işığın doğrular boyunca yayılması-Gölge-Yarı gölge olayı, Işığın düzlem aynada yansımaları ve görüntü oluşumu, Işığın küresel aynada yansımaları ve görüntü oluşumu, Işığın kırılması ve kırılma kanunları, Işığın merceklerde kırılması ve odak uzaklığının bulunması, Işığın kırılması ve aynı anda yansımaları, görüntü yerinin bulunması, Işığın prizmalarda izlediği yollar, Aydınlanma şiddetinin bulunması, Beyaz ışığın renklere ayrılması konuları) çalışılmıştır. 32 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir başarı testi geliştirilerek Uşak ilindeki üç süper liseden toplam 100 öğrenciye uygulanarak, öğrencilerin ışık ve optik konularında anlamakta güçlük çektikleri konular tespit edilmiştir. Öğrencilerin başarı testine verdikleri cevaplar incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Öğrenciler, çukur ve tümsek aynalarda çukur ve tümsek aynadan oluşan optik sistemlerde, düzlem aynalarda ise aynanın kendi ekseninde döndürülmesi gibi konularda başarısız olmuşlardır.
2. Kırılma konusunda, ortamların kırma indislerini ve ortamlarda ışığın hızlarını sıralamada matematik ve geometri bilgisi gerektirdiği için başarısız olmuşlardır.
3. Merceklerde, odak uzaklığının bulunması konularında ve merceklere gelen ışık ışınlarının kırıldıktan sonra izledikleri yollar konusunda başarısız olmuşlardır.
4. Prizmalarda, değişik şekilde dizilen prizmalardan geçerken ışık ışınlarının izlediği yolların çiziminde başarısız olmuşlardır.
5. Aydınlanma konusunda, konu ÖSS sınavında sorulmadığı için tamamen başarısızdırlar.
6. Beyaz ışığın renklere ayrılması konusunda başarılı olmuşlardır.

Çalışmada öğrencilerin konular işlenmeden önce ve işlendikten sonrada yanlış kavramalara sahip oldukları rapor edilmiştir ancak bu yanlışların neler olduğu belirtilmemiştir.

Fetherstonhaugh (1990) sunduğu çalışmasında öğrencilerin ışık ve özellikleri hakkındaki kavram yanılığlarını gz önüne alarak uygulanan ğretim yöntemini anlatmaktadır. Çalışmanın örneklemini 8. sınıf öğrencilerinden 20 ğrenci oluşturmuştur. Öğrencilerin ışık hakkındaki n kavram yanılığları yazarın geliştirdiği bir ntest ile belirlenmiş, uygulanan ğretim sonrası son-test ile belirlenen kavram yanılığlarının daha düşük seviyeye çekilip çekilmediği kontrol edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin kavram yanılığlarının uygulanan ğretim yöntemi ile daha düşük seviyelere çekildiği ve bu nedenle uygulanan kavramsal değişim yönteminin uygunluğu tartışılmakta ve başarılı bir yöntem olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Çalışmada belirlenen kavram yanılığları ve uygulanan ğretim yöntemi sonunda bu yanılığların ne kadarının düzeltildiği bir çizelgede (izelge 2.1) verilmiştir.



**Çizelge 2.1.** Geometrik optikte öğrencilerin kavram yanlışları ve uygulanan öğretim yöntemi sonunda bu yanlışların düzeltilme yüzdeleri

Yanlışlar	Ön-Test (%)	Son-Test (%)
Işık gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara gider.	35	13
Işık gündüzleri hareket etmez.	20	6
Işık gece boyunca hiç hareket etmez.	15	6
Işığın gözlerimize yansıtılmasıyla değil, baktığımız zaman görürüz.	75	25
İnsanlar yalnızca karanlıkta görürler.	10	0
Kediler karanlıkta görebilirler.	42	13
Işık aynalarda durur.	25	6
Görüntüler iki yerde olabilir.	56	81
Mercekler görüntü oluşturmak için gerekli değildirler.	83	31
Görüntü oluşturmak için bir merceğin tamamına ihtiyaç vardır.	94	25

Colin (1999)'ın yaptığı çalışmada, ışığın iki modeli olan geometrik optik ve dalga optiği konularında üniversite seviyesindeki öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar ve bu konuların analizinde öğretmen görüşleri ele alınmıştır. Araştırmada öğrencilere geometrik optik ve dalga optiği konularında üç soru sorulmuş ve öğrencilerin verdikleri cevaplara dayanılarak onların çok anlamlı okuma yaptıklarında ışığın bu iki özelliğini anlamada çok zorlandıkları rapor edilmiştir. Daha sonra öğretmenlerin bakış açısını anlamak üzere on öğretmenle geometrik optikte ışığın yolu ve dalga optiğindeki ışınlar

hakkında, bir kitaptan seçilen alıntılar üzerine her biriyle iki saat süren yarı yönlendirilmiş görüşmeler yapılmıştır. Burada öğretmen hakem konumunda değerlendirilmiş ve elde edilen bulgulardan yola çıkarak öğretmenlerin reaksiyonlarının kararsızlık ve çeşitlilik gösterdiği anlaşılmıştır.

Mason (2001), tarafından yapılan bir çalışmada, fen eğitiminde kavramsal değişimin gerçekleşmesinde, öğrencilerin yazılı ifadelerinin ve sınıf tartışmasının önemi araştırılmıştır. Bu amaçla araştırmacı, öğretim sürecinde öğrencilerin aktif bir şekilde derse katılımını sağlayan bir ortam oluşturmuş ve bu ortamda öğrencilerin yazılı ifadeleri ile sınıf tartışmalarını ön planda tutmuştur. Bu yöntemin kavramsal değişime olan etkisini tespit edebilmek için, sınıf tartışmaları, öğrencilerin yazılı ifadeleri ve mülakatlardan elde edilen nitel veriler kullanılmıştır. Bu verilere göre araştırmacı, tartışma ve yazılı ifadelerin kullanıldığı öğretim yönteminin, bilgilerin yeniden düzenlenmesi sürecinde yararlı bir etkinlik olduğunu ve öğrencilerin kavramsal gelişimine katkıda bulunduğunu ifade etmektedir.

Treagust *et al.* (1996), ışığın kırılması konusundaki kavramların öğrenilmesi sürecinde, kavramsal değişimin oluşmasında analogilerin kullanımının etkisini inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada aynı öğretmenin farklı iki sınıfından birinde (deney grubu) analogilerin kullanıldığı öğretim yöntemi diğerinde (kontrol grubu) ise, geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Öğretim sürecinin sonunda her iki gruptaki öğrencilerle görüşmeler yapılarak öğrencilerin kavramsal gelişim düzeyleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde, analogilerin kullanımının kavramsal değişimin meydana gelmesini kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır.

Guzzetti *et al.* (1997), lise öğrencilerinin bazı fizik kavramlarını anlayışları üzerine kavram değiştirme metinlerinin etkisini incelemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin, kavram yanlışlarını değiştirmeleri için kavram değiştirme metinlerini kullandıklarını ve bunun sayesinde doğru kavramlarına destek bulduklarını, fikirlerini tartışmak için gerekli dil yapısını edindiklerini ve yeni kavramlar kazandıklarını ifade etmektedirler. Bununla birlikte bazı öğrencilerin metinleri

önemsemediği, bazılarının kavram yanlışlarını değiştirme konusunda inatçı oldukları, bazılarının da metinler içerisinde kavram yanlışlarına destek buldukları da belirtilmektedir. Buna dayanarak da kavramsal değişimi kolaylaştırmada, kavram değiştirme metinlerinin tek başına yeterince etkili olamadığı ya da öğrencilerin okuma becerilerindeki eksikliğin buna neden olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca, kavram değiştirme metinlerinin, öğrencilerde zihinsel çatışmanın oluşmasına neden olduğu fakat kavramsal değişimin gerçekleşmesinde gerekli bir adım olan zihinsel çatışmanın tek başına yeterli olmadığı, kavram değiştirme metinlerinin öğrenci grupları üzerinde etkili olmasına rağmen bazı bireyler için tartışma yöntemi ile desteklenmesi gerektiği de araştırmanın bulguları arasındadır.

Yukarıda bahsedilen kavramsal değişim yaklaşımına yönelik çalışmalar, öğrencilerin, çoğu kavramları bilimsel anlamdaki manalarından oldukça farklı bir şekilde algıladığını göstermiştir. Bu kavramların daha ilerideki konuların öğrenilmesi üzerinde önemli etkilerinin bulunduğunu ve geleneksel öğretim yöntemlerinin, yanlış kavramların doğru olanlarıyla değiştirilmesi sürecinde yeterince etkili olmadığını göstermektedir. Yine, kavramsal değişim yaklaşımına yönelik öğretim yöntemlerinin, öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleşmesi üzerine, geleneksel öğretim yöntemlerinden daha etkili olduğu yukarıdaki araştırmaların sonuçları arasındadır.

Yukarıda özetlenmeye çalışılan araştırmalarda, örneklem olarak genellikle ortaöğretim öğrencileri seçilerek, bu öğrencilerin çeşitli kavramları anlamaları üzerine kavramsal değişim yaklaşımının etkinliği incelenmiştir. Bu çalışmada ise örneklem olarak üniversite öğrencileri seçilmiş ve kavramsal değişim yaklaşımına yönelik olarak hazırlanan kavram değiştirme metinlerinin optik ile ilgili kavramların anlaşılması üzerine etkinliği araştırılmıştır.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Problem ve Hipotezler**

##### **3.1.1. Çalışmanın amacı**

Çalışmanın amacı; kavramsal değişim yaklaşımıyla Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin optik konusundaki kırılma ve yansıma konularında sahip oldukları kavramları, kavram yanılgılarını belirlemek ve kavram yanılgılarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesidir. Bunun yanı sıra, eğitimsel açıdan öğrencilere kırılma ve yansıma konularında; bilimsel düşünme yeteneği kazandırmak, bilmeleri gereken kavramları doğru öğrenmelerini sağlamak, kavramsal değişim metinleri ile öğrencilerin optik konusundaki yanılgılarını giderebilmek, bildiği temel kavramlar ile günlük yaşantısında karşılaştığı olaylar arasında ilişki kurabilmesini sağlamak, onları optik konusundaki teknolojik gelişmelerden haberdar etmek ve fen ve optik teknolojisine yönelterek eğitimlerine katkı amaçlanmıştır.

##### **3.1.2. Alt problemler**

Yukarıda belirtilen amaçlara ulaşmak için aşağıda verilen alt problemlere de cevap aranacaktır. Bu alt problemler:

- 1-** Fen Bilgisi öğretmen adaylarının optik dersi için kırılma ve yansıma konularında, sahip oldukları kavram yanılgıları var mıdır?
- 2-** Fen Bilgisi öğretmen adaylarının optik dersi için kırılma ve yansıma konularında, bilimsel düşünme yetenekleri var mıdır?
- 3-** Fen Bilgisi öğretmen adaylarının optik dersi için kırılma ve yansıma konularında, bilmesi gereken kavramlar doğru verilmiş midir?

- 4- Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları esas alınarak düzeltme metinleri oluşturmak mümkün müdür?
- 5- Kavramsal değişim metinleri ile Fen Bilgisi öğretmen adaylarının optik konusunda sahip oldukları kavram yanlışları giderilebiliyor mudur?
- 6- Fen Bilgisi öğretmen adaylarının optik dersi için kırılma ve yansıma konularında, bildiği temel kavramlar ile günlük yaşantısında karşılaştığı olaylar arasında ilişki kurabiliyor mudur?
- 7- Öğrencilerin sahip olduğu bilimsel işlem becerilerinin, kırılma ve yansıma konuları ile ilgili kavramların anlaşılmasına önemli bir katkısı var mıdır?

### 3.1.3. Hipotezler

Araştırmanın hipotezleri aşağıdaki gibidir;

**H<sub>0</sub>1-** Öğrencilerin bilimsel işlem becerileri kontrol altına alındığında, sahip oldukları kavram yanlışları kullanılarak konu ile ilgili düzeltme metinleri hazırlanabilir.

**H<sub>0</sub>2-** Öğrencilerin bilimsel işlem becerileri kontrol altında tutulduğunda, geometrik optikte kırılma ve yansıma konularıyla ilgili kavramların anlaşılmasında, düzeltme metinleri kullanılarak ve kavramsal değişim yaklaşımını esas alan öğretim yöntemi ile öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları düzeltilebilir ya da azaltılabilir.

**H<sub>0</sub>3-** Kavramsal değişim stratejisi uygulamalarının sonuçları elde edilebilir ve sonuçlar istatistiksel olarak analiz edildiğinde önemli bir farklılık vardır.

**H<sub>0</sub>4-** Öğrencilerin geometrik optikte kırılma ve yansıma konularında bilimsel becerileri kazanmalarında kavramsal değişim metinlerinin etkileri önemlidir ve bu etkiler istatistiksel olarak belirlenebilir.

### 3.2. Yöntem

Sunulan çalışmada, kavramsal değişim yaklaşımı ve geleneksel yöntemin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla deneysel araştırma modellerinden biri olan “yarı deneysel yöntem” uygulama çalışması yapılmıştır.

Yarı deneysel yöntem; kişilerin deney ve kontrol gruplarına gönderilmesinde rasgele dağılımın kullanılmadığı bir deneysel araştırma yaklaşımıdır (Campbell & Stanley 1963). Bu yöntem birden fazla örneği genellikle uzun zaman dilimi içerisinde çalışmayı içerir. Klasik ve yarı deneysel yöntemler arasındaki en belirgin farklılık, yarı deneysel yöntemde grupların oluşturulması rasgele değil de ölçümlerle yapılırken klasik deneysel yöntemde grupların seçimi rasgele olmasıdır. Bu çalışmada yarı deneysel yöntemi seçilmesinin nedeni, doğal ortamda yürütüldüğünden bu yöntemin dışsal geçerliliğinin diğer yöntemlere göre fazla olmasıdır. Ayrıca deneysel yöntem, bir etkeni inceleyerek neden sonuç ilişkisini tespit etmek ve sonuçları karşılaştırarak ölçmek amacına dayalı araştırmalarda kullanılabilir. Ancak yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmalarda bu tür sınırlılıklar yoktur.

Yarı-Deneysel yöntem aşağıdaki çizelgede özetlenmektedir:

**Çizelge 3.1.** Yarı-Deneysel yöntem

Gruplar	Ön testler	Uygulama	Son testler
Deney grubu	T <sub>1</sub> ,T <sub>2</sub>	Kavramsal değişim yaklaşımı	T <sub>3</sub>
Kontrol grubu	T <sub>2</sub>	Geleneksel ders anlatım yöntemi	T <sub>3</sub>

Burada;  $T_1$ , kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla 10 öğrenciye uygulanan yüz yüze görüşme soruları;  $T_2$  ve  $T_3$  sırasıyla ön-test ve son-testi göstermektedir.

Öğrencilerin geometrik optik konularındaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilmek için uygulamadan önce on açık uçlu soru örneklemeden seçilen on öğrenciye yüz yüze görüşülerek ve klasik bir sınav örneklemin tümüne uygulanmıştır. Uygulama başlangıcında belirlenen kavram yanlışları ışığında hazırlanan öntest ve uygulama yapıldıktan sonra ise son test, çalışma kapsamındaki öğrencilerin tamamına uygulanmıştır. Testin (üç aşamalı kavram yanlışları testi) hazırlanması sırasında literatürden ve alan uzmanı beş öğretim elemanından yararlanılmıştır. Hazırlanan test her biri üç aşamadan meydana gelen 19 sorudan oluşturulmuştur.

### **3.3. Çalışmanın örneklemi**

Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında, aynı öğretim elemanının ders verdiği iki şubedeki 90 ikinci sınıf öğrencisi, oluşturmaktadır. Uygulama, 2004-2005 öğretim yılının ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir.

Öğretime başlarken kavram yanlışlarını belirlemek üzere yansıma, kırılma ve ışığın yayılması konularını içeren üç aşamalı bir ön-test, klasik sınav ve on öğrenciye mülakat uygulanmıştır. İki gruptan biri deney, diğeri kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubuna kavramsal değişim metinleri ile öğretim yöntemi, kontrol grubuna da geleneksel ders anlatım yöntemi uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubundan toplam 90 öğrenciye son-test uygulaması yapılmış, her iki gruptan tutarlı görülen 35'er öğrencinin verileri dikkate alınmıştır.

### **3.4. Değişkenler**

#### **3.4.1. Bağımsız değişkenler**

Bir sebep sonuç ilişkisinde, sebep durumunda olan değişkene bağımsız değişken denir. Uygulamada kullanılan öğretim yöntemleri (kavramsal değişim yaklaşımı ve geleneksel yöntem) çalışmanın bağımsız değişkenleridir. Aynı zamanda bu çalışmada, uygulamanın başlangıcında uygulanan sınav ile öğrencilerin geometrik optikte temel düzeyde işlem becerileri ve problem çözme yetenekleri kontrol altında tutulmuştur.

#### **3.4.2. Bağımlı değişkenler**

Bağımlı değişken, sebep-sonuç ilişkisinde sonuç durumunda olan değişkene de bağımlı değişken denir. Bu çalışmada bağımlı değişken, öğrencilerin geometrik optikte özellikle “ışığın yayılması, yansımaları ve kırılması” konuları ile ilgili yanılgılarını belirlemede kullanılan; sınav soruları, ön-test ve kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından kullanılan son-test sonrası başarılarının analiz sonuçlarıdır.

### **3.5. Çalışmada Kullanılan Araçlar**

#### **3.5.1. Işığın yayılması kırılma ve yansıma konusunda hazırlanmış açık uçlu yüz yüze görüşme soruları**

Sorular, açık uçlu 10 sorudan oluşmaktadır. Sorular hazırlanırken literatürden yararlanılarak öğrencilerin geometrik optikte “ışığın yayılması”, “ışığın yansımaları” ve “ışığın kırılması” konularında genellikle sahip oldukları kavram yanılgıları göz önünde bulundurulmuştur (EK 1). Sorular çalışmanın örnekleminden farklı 10 öğrenciye uygulanmış ve veriler analiz edildiğinde literatürde var olan kavram yanılgılarının varlığına Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı öğrencilerinde de rastlanmıştır. Daha sonra belirlenen bu kavram yanılgıları ışığında ön-test ve son-test



geliştirilmiştir. Hazırlanan soruların tamamı geometrik optik konusu ile ilgilidir ve bu soruların her biri, konu ile ilgili tek bir kavramı ölçmeye yönelik olarak hazırlanmış olmakla birlikte aynı kavramı yoklayan farklı formlardaki soru tiplerine de yer verilmiştir. Sorular temel düzeyde geometrik optik bilgisi ölçmeye elverişli olabilecek şekilde de organize edilmiştir.

Yüz yüze görüşmede sorulan on sorudan birincisi ışığın yayılması ile ilgili soru, ikincisi kırılma ilgili soru, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı sorular da yansıma konusunda düzlem aynada görüntü oluşumu ile ilgili sorulardır. Yedinci ve sekizinci sorular sırasıyla, kalın kenarlı merceklerde kırılma konusunda özel ışınların çizimi ve tümsek aynada özel ışınların çizimini ile ilgili sorulardır. Dokuzuncu soru kırılma ile oluşan görüntülerin özellikleri ile ilgili ve onuncu soru da siyah cismin ışığı yansıtıp yansıtmayacağı bilgisini test eden bir sorudur.

### **3.5.2. Üç aşamalı kavram yanlgısı testi**

Üç aşamalı testin birinci aşamasında sorular yazılı ifadelerle, ikinci aşamasında aynı ifadeler şekil üzerinde gösterilerek ve üçüncü aşamada da birinci ve ikinci aşamalarda verilen cevaplardan emin olup olunmadığını belirleyecek biçimde hazırlanmıştır. Testin üç aşamalı yapılmasında amaç elde edilecek verilerin güvenilirliğini artırmaktır. Test geliştirilirken sorularının seçiminde Chen ve arkadaşları (2002) tarafından Tayvan'da lise öğrencilerinin düz aynada görüntü ile ilgili yanlgıları belirlemeye yönelik geliştirdiği test sorularından ve konu ile ilgili yanlgılar ve hedef davranışlar göz önüne alınarak alanla ilgili uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Araştırmacı ilk olarak ışığın yayılması yansıması ve kırılmasına yönelik öğrencilerin konuları anlama seviyelerini ve konu ile ilgili öğrencilerin sahip olabileceği yanlgı anlamaları belirlemeye yönelik 30 çoktan seçmeli test sorusu hazırlamıştır. Hazırlanan bu sorular Ağrı ve Kazım Karabekir Eğitim fakültelerinde görevli alan uzmanı 5 öğretim elemanı tarafından geçerlilik açısından incelenerek gerekli düzeltmeler yapıp 22 soruya indirilmiştir. Test soruları çoktan seçmeli olarak hazırlanmış ve son seçenek ise mevcut seçeneklerden sizce doğru yok ise, sizce doğru olanı yazınız veya çizerek belirtiniz

ifadesinden sonra boş bırakılmıştır. Test sorularının seçeneklerinden birisi doğru ve diğerleri kavram yanılgısı içerebilecek cümlelerden oluşturulmuştur. Üç aşamalı bu testte birinci aşamada verilen bir yargının seçeneklerden hangisinde bulunduğu ya da doğru seçenek yoksa doğru yargının yazılması istenmiştir. İkinci aşamasında birinci aşamada verilen olayla ilgili geometrik çizimlerin yapılması istenmiş ve son aşamada da öğrencilerin verdiği cevaplardan emin olup olmadığı sorulmuştur. Testin pilot uygulaması Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. sınıfında öğrenim gören 32 öğrenci ile yapılmıştır. Pilot uygulama sonunda testin 3 sorusunun öğrenciler tarafından iyi anlaşılması belirlenerek testten çıkarılarak diğer sorularda da anlaşılmayan bazı kavramlar düzeltilerek teste son şekli verilmiştir (EK 2).

Güvenirlilik, bir ölçme aracının hatalardan arınık olarak ölçme yapabilme yeterliğidir. Güvenirlilik katsayısı, ölçmelerdeki hatayı değil, hatasızlığı belirtir. Klasik test teorisinin sayıtlarına dayanan güvenirlilik kestirimleri güçlü teknikler olmasına karşın işlemleri bir bireyin iki ayrı ölçümüne dayandığından bazı durumlarda güvenirlilik kestirimleri yetersiz kalır. Bu yetersizlikten kaçınmak için “genellenebilir test teorisi” bu çalışmada güvenirlilik ölçmede kullanılmıştır. Cronbach-Alfa güvenirlilik katsayısı; gözlemler evreninden rasgele alınan örneklem topluluğu içerisinde, rasgele seçilen bir örneklemin, genelleme için elverişli olduğunu ortaya koyan bir katsayıdır. Cronbach-Alfa katsayısı yöntemi, testteki maddeler doğru-yanlış olarak verilmediğinde, bu çalışmada olduğu gibi 1-1, 1-2, 1-3 ... biçiminde verildiğinde kullanılması uygun olan bir iç tutarlılık tahmin yöntemidir. Cronbach-Alfa katsayısı, ölçekte yer alan n maddenin varyansları toplamının genel varyansa oranlanması ile elde edilen bir ağırlıklı standart değişim ortalamasıdır. Güvenirlilik katsayısı 0 ile 1 arasında değerler alır ve bu değer 1'e ne kadar yakın olursa yapılan ölçme o kadar güvenilir kabul edilir. Bu çalışmada Windows uyumlu SPSS-11 programı kullanılarak Cronbach-Alfa güvenirlilik katsayısı hesaplanmış, testin  $\alpha$  güvenirlilik katsayısı 0.69 olarak bulunmuştur. Uygulama sırasında hazırlanan bu test ön-test ve son-test olarak kullanılmıştır.

### 3.6. Uygulama

Bu çalışma, 2004 - 2005 öğretim yılı bahar döneminde dört hafta süreyle Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ikinci sınıfında, iki ayrı şubede okuyan toplam 90 öğrenciye uygulanmıştır. Ancak geometrik optik konularını içeren klasik bir sınavın sonucuna ve ön-test verilerine dayanılarak bu öğrencilerden tutarlı olan 70'inin verileri dikkate alınmıştır. Çalışmada kavramsal değişim metinleri uygulamalı öğretim yönteminin geometrik optik kavramlarının öğrenilmesindeki etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, geleneksel öğretim yöntemi uygulamasına ek olarak çalışmanın deney grubunu oluşturan öğrencilere, geometrik optik konularında kavramsal değişim yaklaşımını esas alan öğretim yöntemleri uygulanmıştır.

Öğrenci Seçme Sınavında birbirine yakın puanlar almış olmalarından dolayı çalışmanın örneklemini oluşturan öğrencilerin seviyeleri arasında önemli bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır. Ön testlerden sonra örnekleme kapsayan her iki grupta da uygulamaya başlanmıştır. Uygulama haftada iki ders saatini kapsayacak şekilde, her iki grupta da, araştırmacı tarafından yapılmıştır. Geometrik optik kavramlarını kapsayan konular, fizik müfredatına uygun olarak işlenmiştir.

Örneklemin deney grubundaki öğrencilere dört haftalık süre boyunca, geometrik optik konuları, kavramsal değişim modeline yönelik yöntemler kullanılarak anlatılmıştır. Böylece, öğrencilerin konu ile ilgili kavramları anlamaları üzerine bu yöntemin etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Başka bir ifadeyle, öğrencilerin, bu konuda sahip oldukları bilimsel olarak doğru olmayan bilgilerinin (kavram yanılgılarının) yeniden düzenlenmesi ya da doğru olanlarıyla değiştirilmesi süreci olarak tanımlanan kavramsal değişimin gerçekleşmesinde bu yaklaşımın etkinliği araştırılmıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi, kavramsal değişimin meydana gelebilmesi için bazı şartların sağlanması gerekmektedir. Buna göre, öncelikle öğrencilere mevcut kavramlarının yetersiz olduğu hissettirilmelidir. Daha sonraki aşamalarda ise, öğrenci yeni bilgiyi anlaşılır, mantıklı ve

verimli bulmalıdır. Bu şartların yerine getirilebilmesine yönelik olarak kavram değiştirme metinleri kullanılmıştır.

Bilimsel olarak doğru olan bilgilerle kavram yanılgıları arasındaki çelişkileri açık bir şekilde ortaya koyan bir yöntem olarak tanımlanan kavram değiştirme metinlerinde, öncelikle öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanılgılarını aktif hale getirebilecek bir soru yöneltilir. Daha sonra konu ile ilgili yaygın kavram yanılgıları belirtilerek bu bilgilerin neden yanlış olduğu açıklanır. Böylece öğrenciler sahip oldukları kavram yanılgılarını sorgulayarak kendi bilgilerinin yetersizliğini hissederler. Son olarak yeni bilgiler örneklerle açıklanır.

Kontrol grubunda yapılan dersler geleneksel öğretim yöntemlerinde uygulanan düz anlatım yöntemiyle yürütölmüştür. Böylece kontrol grubundaki katı, öğretmen merkezli ve sınırlı kaynak kullanılarak işlenen geleneksel yöntem ile deney grubundaki kavramsal değişim metinleri kullanılarak anlamlı öğrenmenin gerçekteşmesinin amaçlandığı iki yöntem arasından kalıcı öğrenmenin gerçekteştiği yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

Geometrik optik konusunun işlenmesinde, kavramsal değişim yaklaşımının esas alındığı, kavram değiştirme metinlerinin kullanıldığı ve bu amaca yönelik olarak da uygulanan program aşağıda verilen Çizelge 3.2’de kısaca özetlenmiştir. Deney grubunda konuların anlatımı esnasında derse katılımı sağlamak amacıyla, öğrenciler mümkün olduğunca aktif kılınmaya çalışılmıştır. Bu amaçla konuların işlenişi sırasında sık sık öğrencilere sorular sorularak konularla ilgili düşüncelerinin ortaya çıkarılması arzulandı ve böylece bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Konu işlenirken öğrencilerde gözlemlenmesi amaçlanan kazanımlar Ek 4’te verilmiştir. Deney grubundaki asıl yöntemi teşkil eden kavramsal değişim yaklaşımına yönelik kavram değiştirme metinlerinin kullanımına ise, dersin son on beş dakikasını içerisinde yer verilmiştir. Yani dersin bitimine on beş dakika kala o günkü derste anlatılan konularla ilgili kavram yanılgılarını vurgulamaya ve doğru şeklini vermeye yönelik olarak hazırlanmış kavram değiştirme metinleri kullanılmıştır. Kullanılan kavram değiştirme metinleri sınıf

içerisindeki tüm öğrencilere dağıtılmış, dikkatlice okumaları sağlandıktan sonra öğrencilerin metin içerisindeki kavramlarla ilgili varsa soruları cevaplanmış, anlaşılmayan noktalar üzerinde açıklamalar yapılmış ve kavramlarla ilgili tartışmalar yapılarak öğrencilerin, bilimsel olmayan bilgilerinden bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapmaları, yani kavramsal değişime maruz kalmaları, amaçlanmıştır. Kavramsal değişim metinleri ile kalıcı öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini anlamak için genellikle uygulanması düşünülen son-test, daha önce uygulanan ön-testten en fazla bir ay sonra uygulanmalıdır. Bu amaçla uygulanan son-test kavramsal değişim metinlerinin uygulanması sürecinden bir ay sonra yapılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Deney grubuna uygulanan program

1. Hafta	1	Işık olgusu; ışığın nasıl oluştuğuna dair öğrencilerin düşünceleri, ışığın doğası, ışık ile maddenin etkileşimi ve ışığın ikili karakteri.
	2	Işğın yayılması, hızı, şiddeti, frekansı ve bu parametreleri değiştiren karakterlerin açıklanması sonra konu ile ilgili problemlerin çözümü ve bu kavramlarla -ışğın doğası ile- ilgili kavram değiştirme metnlerinin öğrencilere dağıtılarak tartışılması.
2. Hafta	1	Yansıma yasaları, düzgün ve dağımık yansıma anlatılarak yansıma ile oluşan görüntüler (düzlem aynada görüntü oluşumu) konusunun açıklanması. İlgili problemlerin çözümü.
	2	Pürüzsüz yüzeylerde yansıma olayı. Çukur aynada ışğın yansıması ve özel ışınlar. Işğın yansıması, yansıma yasaları, çukur ve tümsek aynalarda özel ışınlar ile ilgili kavramsal değişim metinleri öğrencilere dağıtılarak tartışılması.
3. Hafta	1	Tümsek aynada özel ışınlar. Çukur ve tümsek aynalarda görüntü oluşumu, örnek problemlerin çözümü ve bu konu ile ilgili kavram değiştirme metinleri öğrencilere dağıtılarak tartışılması.
	2	Kırılma yasaları. Işğın saydam ortamlardan geçerken kırılmasının nedenler. Snell Yasası. İlgili problemlerin çözümü. Kırılma yasaları hakkında oluşturulmuş kavram değiştirme metinleri dağıtılarak tartışılması.
4. Hafta	1	Mercekler. İnce ve kalın kenarlı merceklerde özel ışınlar. Özel ışınlarla ilgili örnek problemlerin çözümü.
	2	Kırılma ile oluşan görüntüler, ince ve kalın kenarlı merceklerde görüntü oluşumu. İlgili örnek problemlerin çözümü. Kırılma ile oluşan görüntüler ile ilgili kavram değiştirme metinleri dağıtılarak tartışılması.

### 3.7. Verilerin analizi

Öğretmen adaylarının geometrik optik kavramlarını anlama düzeylerini belirleyerek kavram yanlışlarını tespit etmek ve bu kavram yanlışlarını gidermek için yapılan bu çalışmada, toplanan veriler basit istatistiksel yöntemler yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, veri toplama aracı olarak kullanılan yüz yüze görüşme soruları, ön-test ve son-testten elde edilen veriler olarak iki ayrı aşamada analiz edilmiştir. Yüz yüze görüşme sorularının analizi, öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların değerlendirilmesiyle yapılmıştır. Yüz yüze görüşme sırasında öğrencilere konu ile ilgili sorular yöneltilerek öğrencilerin verdikleri cevaplar alınmış, alınan cevaplara ait öğrenci ifadelerinden onların söylemek istedikleri ile söyledikleri arasında tutarlılığın sağlanmasına çalışılmıştır. Böylece verilen cevapların frekansları ile genelleme yapılmıştır. Buradan elde edilen kavram yanlışları, kavramsal değişim yöntemiyle gidermek amacıyla kullanılmaya hazırlanması düşünülen öntest ve son teste temel oluşturmuştur. Böylece öğrencilerin geometrik optik konularında kavram yanlışlarının neler olduğu ve kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından sonra bu yanlışlardan ne kadar vazgeçildiğini göstermek üzere frekans yüzde hesaplamaları yapılmıştır. Deney ve Kontrol grubu öğrencilerinin ön-testten ve son-testten aldıkları puanlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi için her iki gruba da ayrı ayrı t-testi uygulanmıştır. T- testi bir grubun ön-test ile son-teste verdikleri cevaplar arasında ya da iki grubun ön-test/son-test sonuçları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılır. Verilerin analizinde SPSS 11 programı kullanılmıştır. Ayrıca SPSS 11 programı kullanılarak elde edilen t-testi sonuçları ile de öğrencilerin bilimsel işlem becerileri arasında bir farklılık olup olmadığı ve testin soruları arasında anlamlılık araştırması yapılmıştır.

### **3.8. Araştırmanın Kabulleri ve Sınırlılıkları**

Bu çalışmadaki kabuller ve sınırlılıklar aşağıdaki gibidir;

#### **3.8.1. Kabuller**

- 1- Çalışmanın rneklemi ile çalışma evreni aynıdır.
- 2- Örneklemi oluşturan bireylerin zeka yapılarının birbirine yakın olduğu varsayılmıştır.
- 3- Uygulama sırasında deney ve kontrol grupları arasında bir etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.
- 4- Araştırmacı, uygulama aşamasında örneklemler olarak alınarak teste katılan öğrencilere ve katılmayan öğrencilere karşı yansız davranmıştır.
- 5- Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri deney ve kontrol grubu için aynıdır.

#### **3.8.2. Sınırlılıklar**

- 1- Çalışmanın rneklemi, Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi ğretmenliği Programı ikinci sınıfındaki toplam 90 ğrenci ile sınırlıdır.
- 2- Araştırma, geometrik optik konularından ışığın doğası, yayılması, yansımaları ve kırılması konuları ile sınırlıdır.
- 3- Uygulama süresi dört hafta ile sınırlıdır.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Öğretmen adaylarının geometrik optik konularından ışığın doğası, yayılması, yansımaları ve kırılması ile ilgili kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri uygulanarak giderilmesi amacıyla yönelik olarak yapılan bu çalışmada, geliştirilen mülakat sorularının, ön-test ve son-test verilerinin analizi basit istatistiksel yöntemlerle yapılmıştır. Araştırma bulguları, mülakattan elde edilenler ve testten elde edilenler olmak üzere aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

##### 4.1 Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Yüz yüze görüşme sırasında sorulan sorulardan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

##### 1. Işık kırılma indisi 1 olan hava ortamından daha yoğun bir ortama girip tekrar hava ortamına geçerse hızında nasıl bir değişim olur?

İki öğrenci “hızı azalır ortamdan çıktıktan sonra hızında bir değişim olmaz” demiştir. Üç öğrenci ise, “hızı birden bire artar, ancak havadaki hızından daha düşük bir hıza sahip olur” dedi. Bir öğrenci ise “yoğun ortamdaki hızı havadakinden az olur ve yoğun ortamdan çıktığında hızı yine azalır” demiştir. Bu öğrenciler hızı ile ilgili olarak yanlışlara sahiptirler %60. Diğer öğrenciler “**yoğun ortamda hızı azalır, hava ortamına geçtiğinde eski hızına sahip olur**” şeklinde doğru cevap verdiler. Öğrencilerin % 40 doğru cevap verirken, çoğunluğu ışık ortam değiştirirken hızının değişimi hakkında yanlışlara sahiptirler.

##### 2. Işık dalgası bulunduğu ortamdan kırılma indisi farklı olan başka bir ortama geçerse ışığın hangi özellikleri değişir? Neden?

Öğrencilerden ışığın ortam değiştirdiğinde; dalgaboyu için 7'si “değişmez” ve 3'ü “**değişir**”, hızı için 5'i “**değişir**” ve 5'i “değişmez”, frekansı için 9'u “değişir” ve 1'i “**değişmez**”, şiddeti için 2'si “değişmez” ve 8'i “**değişir**” demiştir. Görüldüğü gibi ışığın bir ortamdan kırılma indisi farklı bir başka ortama geçerken; ışığın dalgaboyunun değişmediğini düşünenler %70 oranında yanılığa sahiptirler. Aynı şekilde ışık ortam değiştirdiğinde hızının değişmeyeceğini düşünenler %50 oranında, frekansının değişeceğini düşünenler %90 oranında ve şiddetinin değişmeyeceğini düşünenler %20 oranında yanılığa sahiptirler. Işığın değişik ortamlarda yayılması ile ilgili özellikleri hakkında öğrencilerin çok önemli yanılgılara sahip oldukları görülmektedir.

**3. Bir düzlem ayna önüne karanlık bir odada bir cisim konulursa; cismi görebilmek için el feneri aynaya mı, cisme mi yoksa cisim ile ayna arasında ayna düzlemine paralel mi tutulmalıdır? Neden?**

Öğrencilerden 3'ü fenerin “düzlem aynaya”, 3'ü “hem cisme hem düzlem aynaya” ve diğerleri de “**cisme tutulması**” gerektiğini söylemişlerdir. Bu konudaki yanılgılar şunlardır: Karanlık bir ortamdaki cismin aynada görülebilmesi için ışığın aynaya doğru tutulması gerekir %30. Karanlık bir ortamdaki cismin aynada görülebilmesi için ışığın cisim ile ayna düzlemine paralel tutulması gerekir %30. Buradan öğrencilerin yansıma konusunu anlama seviyelerinin düşük olduğu ve önemli ölçüde yanılığa sahip oldukları söylenebilir.

**4. Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kaleme uzaktan bakıldığında mı, yakından bakıldığında mı daha büyük görünür? Neden?**

Öğrencilerden 7'si gözlemci aynadan uzaklaştıkça düz aynadaki görüntüsünün küçüldüğünü, 2'si büyüdüğünü ve 1'isi de **değişmediğini** söylemişlerdir. Bu konuda öğrencilerin sahip olduğu yanılgılar: Gözlemci aynadan uzaklaştıkça düz aynadaki görüntüsü küçülür %70. Gözlemci aynadan uzaklaştıkça düz aynadaki görüntüsü büyür %20. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun cismin görüntüsünün gözden giden ışık ışınları sayesinde olduğu yanılıgına sahip oldukları görülmektedir.

**5. Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kaleme yuksekten uzaktan bakıldığında mı, aşağıdan bakıldığında mı daha aşağı kayar? Neden?**

Öğrencilerden 7'si bir cismin düz aynadaki görüntüsüne daha yuksekten bakıldığında düz aynadaki görüntüsünün küçüldüğünü, 3'ü de **değişmediğini** söylemişlerdir. Öğrencilerin %70'i, bir cismin düz aynadaki görüntüsüne bakan gözlemci daha yukarı kaldırılırsa cismin düz aynadaki görüntüsünün küçüleceği yanılıgına sahiptirler. Öğrencilerin çoğunun bir önceki soruda sahip oldukları aynı yanılıgyı taşıdıkları görülmektedir.

**6. Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kalemi aydınlatan lamba yukarıda kaldırıldığında mı yoksa uzaklaştırıldığında mı küçülür? Neden?**

Öğrencilerden 6'sı cismi aydınlatan ışık kaynağı yukarı kaldırıldığında bir cismin düzlem aynadaki görüntüsünün "küçüldüğünü", 3'ü büyüdüğünü ve biri ise "**değişmediğini**" söylemişlerdir. Bu konuda öğrencilerin sahip olduğu yanılıgılar: Cismi aydınlatan ışık kaynağı yukarı kaldırıldığında bir cismin düzlem aynadaki görüntüsü küçülür %60. Cismi aydınlatan ışık kaynağı yukarı kaldırıldığında bir cismin düzlem aynadaki görüntüsünün büyür %30. Görüldüğü önceki iki sorudaki yanılıgının devam ettiği söylenebilir.

**7. Kalın kenarlı merceklerde özel ışınları ve kalın kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının mercekten geçerken doğrultusu nasıl olur?**

Öğrencilerden 2'si ışığın mercekten geri yansıdığını söylerken 5'i özel ışınların mercekten geçtikten sonraki yolunu doğru olarak belirtirken tamamı herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının mercekten geçtikten sonra izleyeceği yolu belirtememişlerdir. Bu bulgulardan öğrencilerin yarısının özel ışınları anlamış oldukları, bir bölümünün de (% 20) merceği yansıtıcı yüzey olarak algıladıkları ve merceklerde

ışığın kırılması olayını anlayamadıkları, sadece özel ışınları ezberledikleri anlaşılmaktadır. Bu konuda öğrencilerin sahip olduğu yanılgılar: Işık ışınları kalın kenarlı merceklerde yansımaya uğrarlar %20.

**8. Tümsek aynada özel ışınları ve tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının aynadan sonraki doğrultusu nasıl olur?**

Öğrencilerden 2'si tümsek aynada özel ışınları doğru belirtebilmelerine rağmen tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının yolunu belirtememişlerdir. Diğer öğrenciler özel ışınları ve herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının yolunu doğru belirtebilmişlerdir. Öğrencilerin çoğu, ışık ışınlarının tümsek aynadaki yansıması olayını kavradıkları söylenebilir. Bu konuda öğrencilerin sahip olduğu yanılgı: Tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını tümsek aynadan kırılarak geçer.

**9. Hava ortamından daha yoğun ve saydam bir ortamda bulunan cismin görüntüsü bulunduğu konuma göre cisme hava ortamından bakan bir gözlemciye göre nasıl değişir?**

Öğrenciler, saydam ortama belli bir açıyla baktıklarında 2'si görüntünün "uzaklaşacağını" ve diğerleri "yaklaşacağını", dik olarak baktıklarında ise 8'i görüntünün gerçek konumunda olacağını diğerleri ise "yaklaşacağını" belirtmişlerdir. Öğrencilerin çoğu kırılma ile oluşan görüntü olayında ışık ışınının az yoğun ortama geçerken normale yaklaştığı yanılgısını taşıdığı söylenebilir %80.

**10. Siyah renkli cisimlerin aynadaki görüntüsü oluşur mu? Nedenini açıklayınız.**

Öğrencilerden 4'ü siyah cismin düzlem aynada görülmesinin nedeni olarak siyah cismin ışık yaymasını ve biri de gözlemcinin gözünden gelen ışık ışınının aynada yansyarak siyah cisimi aydınlatmasını göstermişlerdir. Öğrencilerden birisi de siyah cisim ışığı soğurduğu için düzlem aynada görüntüsünün oluşmayacağını söylemiştir. Diğer öğrenciler siyah cisminde düzlem aynada görülebileceğini söylemişler ancak nedenini

açıklayamamışlardır. Görüldüğü gibi öğrencilerin çoğu siyah cisimden de ışığın yansıyabileceği bilgisine sahip değillerdir.

#### **4.2. Ön-Testten Elde Edilen Bulgular**

Bu bölümde; deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön-test sonuçları analizleri sonucunda elde edilen bulgular istatistiksel olarak verilmiştir. Bulgular, deney ve kontrol grupları için ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntüler, ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntüler ve ışığın doğası ve yayılması konularına göre alt gruplar halinde sunulmuştur.

##### **4.2.1. Kontrol grubu ön-test bulguları**

Kontrol grubuna uygulanan ön-testten elde edilen ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntüler, ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntüler ve ışığın yayılması ile ilgili bulgular aşağıda Çizelge 4.2.1’de verilmiştir.

#### 4.2.1.a: Işığın yansımaları ile ilgili elde edilen yanılgılar

**Çizelge 4.2.1.** Kontrol grubu ön-test sonucunda ışığın yansımaları ve yansımaları ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılgı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
1.	6	17,1	29	82,9	34	97,1
2.	17	48,6	18	51,4	20	57,1
3.	7	20,0	28	80,0	29	82,8
4.	15	42,8	20	57,1	25	71,4
5.	15	42,8	20	57,1	29	82,8
6.	25	71,4	10	28,6	33	94,2
7.	26	74,2	9	25,7	30	85,7
8.	24	68,5	11	31,5	29	82,8
9.	23	65,7	12	34,3	34	97,1
10.	22	62,8	13	37,2	31	88,5
11.	21	60,0	14	40,0	22	62,8
15.	26	74,2	9	25,8	33	94,2
<b>Ortalama</b>	<b>19</b>	<b>54,3</b>	<b>16</b>	<b>45,7</b>	<b>29</b>	<b>82,9</b>

Öğrencilerin Çizelge 4.2.1 'deki verilerinden ışığın yansımaları konusunda anlama seviyelerinin ortalamasının %54,3 olduğu görülmektedir. Bu bulgulardan öğrencilerin ışığın yansımaları konusunu anlama seviyelerinin düşük olduğu anlaşılmaktadır.

1. soru: Testte öğrencilere “Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?” sorusu yöneltilmiş ve

bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %40,0'ının "Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için aynanın aydınlatılması gerekir" ve %37,1'inin "Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için hem aynanın hem de cismin aydınlatılması gerekir" şeklinde yanlış anlamaya sahip oldukları görülmüştür.

2. soru: Testte öğrencilere "Bir düzlem ayna ve bir kurşun kalem bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin görüntüsünün yeri için; Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?"

A) İki öğrenci tarafından da görülen görüntü yerleri aynıdır.

B) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.

C) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır." sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %20,0'sinin "Bir cismin aynadaki görüntüsü gözlemcinin bakış doğrultusunun uzantısındadır" ve %14,3'ünün "Bir cismin aynadaki görüntüsü her zaman gözlemcinin tam karşısındadır." şeklinde yanlış anlamaya sahip oldukları anlaşılmıştır.

3. soru: Testte öğrencilere "Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir odada gerçekleştirilmektedir. Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı bir odada gözlemci aynada kurşun kalemin görüntüsünü görmektedir. Eğer lamba h kadar yukarı kaldırılırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?" sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %14,3'ünün "Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü de yukarı kayar." ve %48,6'sının "Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü aşağı kayar." şeklinde yanılgıya sahip oldukları görülmüştür.

4. soru: Testte öğrencilere "Bir kurşun kalem masa üzerinde durmakta olan bir aynanın önüne dik olarak yerleştirilmiştir. Gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada

görmektedir. Gözlemci aynadan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.
- B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.
- C) Görüntünün yeri değişmeyecektir” sorusu yöneltmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %37,1’inin “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü de aynadan uzaklaşır.” ve %20,0’sinin “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü de aynaya yaklaşır.” şeklinde yanılıya sahip oldukları anlaşılmıştır.

5. soru: “Aydınlık bir ortamda beyaz bir top bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiştir. Gözlemci beyaz bir topun görüntüsünü düzlem aynada görebilmektedir. Sonra beyaz top siyah bir topa değiştirilir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- A) Gözlemci siyah topu aynada görebilir.
- B) Gözlemci siyah topu aynada göremez.” olarak yöneltilen soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edildiğinde %22,9’unun “Siyah cismin görüntüsü görülemez.”, %25,7’sinin “Gözlemciden gelen görüntü çizgileri aynadan yansır ve sonra siyah topu etkiler.” ve %5,7’sinin de “Siyah top ışığı tamamen soğurduğu için aynada görülemez” şeklinde yanılıya sahip oldukları saptanmıştır.

6. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp şekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansırarak yoluna devam eder.” biçiminde sorulan soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde %20,0’sinin “Bir ışık kaynağından çıkarak çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını, çukur aynanın arkasına doğruyu değiştirmeden geçer.” şeklinde yanılıya sahip oldukları görülmüştür.

7. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın merkezi doğrultusunda çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.



- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder.
- D) Çukur aynadan yansıyarak yoluna devam eder.” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar, onların %17,1’inin çukur aynadan yansıdıktan sonra odak noktasından geçer.” şeklinde yanlış anlamaya sahip olduklarını göstermektedir.

8. soru: Testte öğrencilere yöneltilen “Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir açıyla gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna öğrencilerin verdiği cevapların analizi yapıldığında %20’sinin “Tümsek aynada özel ışıklardan biri olan tümsek aynaya tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını tümsek aynada kırılır.” şeklinde yanılığa sahip oldukları görülmüştür.

9. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” şeklinde yöneltilen soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar onların, %8,6 oranında “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını kırılarak yoluna devam eder.” ve %22,9 oranında “Çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını odak noktasına yaklaşarak yansır.” yanılığlarına sahip olduklarını göstermektedir.

10. soru: “ Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna öğrenciler, %17,1 oranında “Bir ışık kaynağından çıkarak tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda düşen

ışık ışını tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” ve %14,3 oranında “Bir tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını uzantısı tümsek aynanın odak noktasından geçecek şekilde yansır.” yanılgılarıyla cevap vermişlerdir.

11. soru: “Bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur. Tümsek aynada kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur?

- A) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur.
- B) Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur
- C) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.
- D) Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.” olarak yöneltilen soruya öğrenciler, %22,9 oranında “Tümsek aynanın önünde bulunan bir cismin görüntüsü gerçek ve ters oluşur.” yanılgısıyla cevap vermişlerdir.

15. soru: Testte “Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.
- B) Görüntü, sonsuzda oluşur.
- C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.” şeklinde yer alan soruya verilen cevaplarda %14,3 oranında görüntünün oluşabileceği yanılgısı vardır.

#### **4.2.1.b: Işığın kırılması ile ilgili elde edilen yanılgılar**

14. soru: Testteki “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.
- B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.
- C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.” soruya öğrencilerin verdikleri cevapların analizinde %20 oranında “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı daha uzakta görür.” ve % 14,3 oranında

“Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı aynı konumda görür.” yanılırları tespit edilmiştir.

16. soru: “Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) İnce kenarlı merceğin ikincil odağında geçerek kırılır.
- B) İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- C) İnce kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.” sorusuna verilen cevaplar, %34,3 oranında “Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını, asal eksene paralel olarak kırılır.” yanılırsı içermektedir.

17. soru: “Bir ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?

- A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.
- C) Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” sorusunun cevapları arasında %14,3 oranında “Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak kalın kenarlı merceğe odak noktasının yarısı doğrultusunda düşen ışık ışını kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.” ve %51,4 oranında “Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” yanılırlarına rastlanmıştır.

18. soru: Testte yer alan “İnce kenarlı bir mercede 2F ile F arasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.
- B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.
- C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” şeklindeki sorunun cevapları öğrencilerin, %5,7 oranında “İnce kenarlı bir merceğin önünde F-2F arasında bulunan cismin görüntüsü, ince kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.” yanılırsı taşıdıklarını göstermektedir.

19.soru: “Kalın kenarlı bir mercekte kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?”

A) Kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.

B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.

C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar, %22,9 oranında “Kalın kenarlı bir merceğin önünde F-2F arasında bulunan cismin görüntüsü, kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” yanıtı taşımaktadır.

Çizelge 4.2.2 'deki verilerden ışığın kırılması konusunda öğrencilerin anlama seviyelerinin ortalama olarak %51,4 olduğu ve öğrencilerin ışığın kırılması konusunda %48,6 oranında yanılığa sahip oldukları görülmektedir. Testin üçüncü aşamasında katılımcıların büyük oranda (ortalama %85,7) ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin oldukları görülmektedir.

**Çizelge 4.2.2.** Kontrol grubu ön-test sonucunda ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
14. Soru	20	57,1	15	42,8	30	85,7
16. Soru	11	28,5	24	71,5	27	77,1
17. Soru	10	28,6	25	71,4	31	88,5
18. Soru	27	77,1	8	22,8	33	94,2
19. soru	24	68,6	11	31,4	28	80,0
<b>Ortalama</b>	<b>18</b>	<b>51,4</b>	<b>17</b>	<b>48,6</b>	<b>30</b>	<b>85,7</b>

#### 4.2.1.c: Işığın doğası ve yayılması konusunda elde edilen yanılgılar

12. soru: Testteki “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez?”

- A) Dalgaboyu değişmez.
- B) Frekansı değişmez.
- C) Hızı değişmez.

D) Şiddeti değişmez.” sorusunun cevapları öğrencilerin %17,1 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken dalgaboyu değişmez.”, %48,6 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken hızı değişmez.”, %8,6 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken şiddeti değişmez.” ve %80,0 oranında “Işık başka bir saydam ortama girdiğinde frekansı değişir.” yanılgılarını taşıdıklarını göstermektedir.

13. soru: Testte “Havada ilerleyen bir ışık dalgası  $3 \times 10^8$  m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden  $2 \times 10^8$  m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,

- A) yine  $3 \times 10^8$  m/s olur.
- B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur.
- C) birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

D)  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.” şeklinde yer alan soru için öğrencilerin verdikleri cevaplarda %17,1 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı, birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.”, %14,3 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse camda sahip olduğu hızı ile ilerler.” ve %5,7 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı azalır.” yanılgıları saptanmıştır.

Çizelge 4.2.3. 'ten de görüldüğü üzere ışığın yayılması konusunda da önemli yanlışlar söz konusudur (ortalama %77,1). Testin üçüncü aşamasında katılımcıların büyük oranda (ortalama %65,8) ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin olmadıkları görülmektedir.

**Çizelge 4.2.3.** Kontrol grubu ön-test sonucunda ışığın yayılması ile ilgili sorulardan elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanlgı		Emin Olmama Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
12. Soru	2	5,8	27	77,1	25	71,4
13. Soru	17	48,6	18	51,4	21	60,0
<b>Ortalama</b>	<b>10</b>	<b>28,6</b>	<b>25</b>	<b>71,4</b>	<b>23</b>	<b>65,8</b>

#### 4.2.2: Deney grubu ön-test bulguları

Deney grubuna uygulanan ön-testten elde edilen ışığın yansıması ve yansıma ile oluşan görüntüler, ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntüler ve ışığın yayılması ile ilgili bulgular aşağıda çizelge 4.2.4'te verilmiştir.

##### 4.2.2.a: Işığın yansıması ile ilgili elde edilen yanlışlar

Öğrencilerin Çizelge 4.2.4'teki verilerinden ışığın yansıması konusunda anlama seviyelerinin ortalamasının %57,1 olduğu görülmektedir. Bu bulgulardan öğrencilerin ışığın yansıması konusunu anlama seviyelerinin düşük olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.2.4.** Deney grubu ön-test sonucunda ışığın yansıması ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
1. soru	7	20,0	28	80,0	31	88,6
2. soru	18	51,4	17	48,6	26	74,3
3. soru	9	25,7	26	74,2	27	77,1
4. soru	14	40,0	21	60,0	26	74,3
5. soru	15	42,9	20	57,1	25	71,4
6. soru	27	77,1	8	22,9	33	94,3
7. soru	25	71,4	10	28,6	34	97,4
8. soru	27	77,1	8	22,9	31	88,6
9. soru	23	65,7	12	34,3	31	88,6
10. soru	27	77,1	8	22,9	29	82,9
11. soru	20	57,1	15	42,9	27	77,1
15. soru	30	85,7	5	14,3	31	88,6
<b>Ortalama</b>	<b>20</b>	<b>57,1</b>	<b>15</b>	<b>42,9</b>	<b>29</b>	<b>82,9</b>

1. soru: Testte öğrencilere “Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %34,3’ünün “Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için aynanın aydınlatılması gerekir” ve %42,8’inin “Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için hem aynanın hem de cismin aydınlatılması gerekir” şeklinde yanlış anlamaya sahip oldukları görülmüştür.

2. soru: Testte öğrencilere “Bir düzlem ayna ve bir kurşun kalem bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin görüntüsünün yeri için; Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?

A) İki öğrenci tarafından da görülen görüntü yerleri aynıdır.

B) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.

C) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %22,9’unun “Bir cismin aynadaki görüntüsü gözlemcinin bakış doğrultusunun uzantısındadır” ve %14,3’ünün “Bir cismin aynadaki görüntüsü her zaman gözlemcinin tam karşısındadır.” şeklinde yanlış anlamaya sahip oldukları anlaşılmıştır.

3. soru: Testte öğrencilere “Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir odada gerçekleştirilmektedir. Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı bir odada gözlemci aynada kurşun kalemin görüntüsünü görmektedir. Eğer lamba h kadar yukarı kaldırılırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %5,7’sinin “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü de yukarı kayar.” ve %48,6’sının “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü aşağı kayar.” şeklinde yanılığa sahip oldukları görülmüştür.

4. soru: Testte öğrencilere “Bir kurşun kalem masa üzerinde durmakta olan bir aynanın önüne dik olarak yerleştirilmiştir. Gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir. Gözlemci aynadan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.

B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.

C) Görüntünün yeri değişmeyecektir” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan öğrencilerin %34,3’ünün “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü



de aynadan uzaklaşır.” ve %17,1’inin “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü de aynaya yaklaşır.” şeklinde yanılığa sahip oldukları anlaşılmıştır.

5. soru: “Aydınlık bir ortamda beyaz bir top bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiştir. Gözlemci beyaz bir topun görüntüsünü düzlem aynada görebilmektedir. Sonra beyaz top siyah bir topa değiştirilir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

A) Gözlemci siyah topu aynada görebilir.

B) Gözlemci siyah topu aynada göremez.” olarak yöneltile soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edildiğinde %20,0’unun “Siyah cismin görüntüsü görülemez.”, %28,6’sının “Gözlemciden gelen görüntü çizgileri aynadan yansır ve sonra siyah topu etkiler.” ve %17,1’inin de “Siyah top ışığı tamamen soğurduğu için aynada görülemez” şeklinde yanılığa sahip oldukları saptanmıştır.

6. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp şekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?

A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.

B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.

C) Çukur aynada yansyarak yoluna devam eder.” biçiminde sorulan soruya öğrencilerin verdikleri cevaplardaki yanılığlar herhangi bir yargı oluşturabilecek kadar yoğun değildir.

7. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın merkezi doğrultusunda çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.

B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.

C) Çukur aynada yansdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder.

D) Çukur aynadan yansyarak yoluna devam eder.” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar, onların %14,1’inin çukur aynadan yansdıktan sonra odak noktasından geçer.” şeklinde yanlış anlamaya sahip olduklarını göstermektedir.

8. soru: Testte öğrencilere yöneltilen “Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir açıyla gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.

B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.

C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna öğrencilerin verdiği cevapların analizi yapıldığında %14,3 oranında “Tümsek aynada özel ışıklardan biri olan tümsek aynaya tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını tümsek aynada kırılır.” yanıtına sahip oldukları görülmüştür.

9. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.

B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.

C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” şeklinde yöneltilen soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar onların %5,7 oranında “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını kırılarak yoluna devam eder.” ve %20,0 oranında “Çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını odak noktasına yaklaşarak yansır.” yanıtlarına sahip olduklarını göstermektedir.

10. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.

B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.

C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna öğrenciler, %20,0 oranında “Bir ışık kaynağından çıkarak tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” ve %11,4 oranında “Bir tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını uzantısı tümsek aynanın odak noktasından geçecek şekilde yansır.” yanıtlarıyla cevap vermişlerdir.

11. soru: “Bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur. Tümsek kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur?”

- A) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur.  
 B) Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur  
 C) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.  
 D) Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.” olarak yöneltilen soruya öğrenciler, %11,4 oranında “Tümsek aynanın önünde bulunan bir cismin görüntüsü gerçek ve ters oluşur.” yanıtıyla cevap vermişlerdir.

15. soru: Testte “Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.  
 B) Görüntü, sonsuzda oluşur.  
 C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.” şeklinde yer alan soruya verilen cevaplarda %8,6 oranında görüntünün oluşabileceği yanıtı vardır.

#### 4.2.2.b: Işığın kırılması ile ilgili elde edilen yanılgılar

14. soru: Testteki “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.  
 B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.  
 C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevapların analizinde %17,1 oranında “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı daha uzakta görür.” ve % 11,4 oranında “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı aynı konumda görür.” yanılgıları tespit edilmiştir.

16. soru: “Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) İnce kenarlı merceğin ikincil odağından geçerek kırılır.

B) İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.

C) İnce kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.” sorusuna verilen cevaplar, %28,6 oranında “Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını, asal eksene paralel olarak kırılır.” yanılıgısı içermektedir.

17. soru: “Bir ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?

A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.

B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.

C) Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” sorusunun cevapları arasında %17,1 oranında “Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak kalın kenarlı merceğe odak noktasının yarısı doğrultusunda düşen ışık ışını kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.” ve %42,8 oranında “Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” yanılıgılarına rastlanmıştır.

18. soru: Testte yer alan “ İnce kenarlı bir mercekte  $2F$  ile  $F$  arasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.

B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.

C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” şeklindeki sorunun cevapları öğrencilerin, %8,6 oranında “İnce kenarlı bir merceğin önünde  $F-2F$  arasında bulunan cismin görüntüsü, ince kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.” yanılıgısı taşıdıkları anlaşılmıştır.

19. soru: “Kalın kenarlı bir mercekte kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) Kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.

B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.

C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar, %20,0 oranında “Kalın kenarlı bir merceğin önünde F-2F arasında bulunan cismin görüntüsü, kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” yanılıdır taşımaktadır.

**Çizelge 4.2.5.** Deney grubu ön-test sonucunda ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
14. Soru	19	54,3	16	45,7	27	77,1
16. Soru	16	45,7	19	54,3	30	85,7
17. Soru	9	25,7	26	74,3	28	80,0
18. Soru	28	80,0	7	20,0	33	94,3
19. soru	22	62,8	13	37,2	30	85,7
<b>Ortalama</b>	<b>19</b>	<b>54,3</b>	<b>16</b>	<b>45,7</b>	<b>30</b>	<b>85,7</b>

Çizelge 4.2.5 'teki verilerden ışığın kırılması konusunda öğrencilerin anlama seviyelerinin ortalama olarak %54,3 olduğu ve öğrencilerin ışığın kırılması konusunda bazı yanılılara sahip oldukları görülmektedir (ortalama %45,7). Testin üçüncü aşamasında katılımcıların büyük oranda (ortalama %85,7) ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin oldukları görülmektedir (%85,7).

#### 4.2.2.c: Işığın doğası ve yayılması konusunda elde edilen yanılılar

12. soru: Testteki “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez?

A) Dalgaboyu değişmez.

B) Frekansı değişmez.

C) Hızı değişmez.

D) Şiddeti değişmez.” sorusunun cevapları öğrencilerin %14,3 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken dalgaboyu değişmez.”, %54,3 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken hızı değişmez.”, %5,7 oranında “Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken şiddeti değişmez.” ve %85,7 oranında “Işık başka bir saydam ortama girdiğinde frekansı değişir.” yanılgılarını taşıdıklarını göstermektedir.

**13. soru:** Testte “Havada ilerleyen bir ışık dalgası  $3 \times 10^8$  m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden  $2 \times 10^8$  m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,

A) yine  $3 \times 10^8$  m/s olur.

B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur.

C) birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

D)  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.” şeklinde yer alan soru için öğrencilerin verdikleri cevaplarda %22,9 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı, birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.”, %14,3 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse camda sahip olduğu hızı ile ilerler.” ve %8,6 oranında “Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı azalır.” yanılgıları saptanmıştır.

**Çizelge 4.2.6.** Deney grubu ön-test sonucunda ışığın yayılması ile ilgili sorulardan elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
12. Soru	1	2,9	26	74,3	20	62,5
13. Soru	16	45,7	19	54,3	25	71,4
<b>Ortalama</b>	<b>9</b>	<b>25,7</b>	<b>26</b>	<b>74,3</b>	<b>23</b>	<b>65,8</b>

Çizelge 4.2.6. den de görüldüğü üzere ışığın yayılması konusunda da önemli yanılılar söz konusudur (ortalama %74,3). Testin üçüncü aşamasında katılımcıların büyük oranda (ortalama %77,5) ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin olmadıkları görülmektedir.

### 4.3. Son-Testten Elde Edilen Bulgular

#### 4.3.1. Deney grubu ışığın yansıması ile ilgili bulgular

Bu bölümde deney grubu için ön-testte bulgularanan yanılılarının, kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından sonra giderilebilmiş olanları ve ilgili yanılılar aşağıda verilmiştir.

##### 4.3.1.a. Işığın yansıması ile ilgili bulgular

Bu konuda ön-testte bulgularanan yanılılarının, kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından sonra giderilebilmiş olanları ve ilgili yanılılar aşağıda verilmiştir.

1. soru: Testte öğrencilere “Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?” sorusu yöneltilmiş ve bu soru için verilen cevaplarda onların %28,6 oranında “Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için aynanın aydınlatılması gerekir.” yanıtını devam ettirdikleri bulunmuştur. Bu yanıt, kavramsal değişim metninin uygulanmasından sonra %5,7 oranında azalmıştır. Öğrenciler, %11,4 oranında “Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için hem aynanın hem de cismin aydınlatılması gerekir.” yanıtını devam ettirmişlerdir. Bu yanıt kavramsal değişim metninin uygulanmasından sonra %31,4 oranında azalmıştır. Öğrenciler bu soru için verdikleri cevaplardan %91,4 oranında emindirler.

2. soru: Testte öğrencilere “Bir düzlem ayna ve bir kurşun kalem bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin görüntüsünün yeri için; Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?

A) İki öğrenci tarafından da görülen görüntü yerleri aynıdır.

B) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.

C) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.” sorusu yöneltilmiş ve onların %37,1 oranında “Bir cismin aynadaki görüntüsü gözlemcinin bakış doğrultusunun uzantısındadır.” Yanıtını devam ettirdikleri anlaşılmıştır. Bu yanıt kavramsal değişim metninin uygulanmasından sonra %14,2 oranında azalmıştır. Öğrenciler %5,7 oranında “Bir cismin aynadaki görüntüsü her zaman gözlemcinin tam karşısındadır.” Yanıtını sürdürmüşlerdir. Bu yanıt kavramsal değişim metninin uygulanmasından sonra %8,6 oranında azalmıştır. Bu soruda öğrenciler cevaplarından %88,5 oranında emindirler.

3. soru: Testte öğrencilere “Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir odada gerçekleştirilmektedir. Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı bir odada gözlemci aynada kurşun kalemin



görüntüsünü görmektedir. Eğer lamba h kadar yukarı kaldırılırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?” sorusu yöneltilmiş ve öğrenciler %8,6 oranında “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü de yukarı kayar.” yanılığını taşımaya devam etmişlerdir. Bu yanılığında kavramsal değişim metinleri uygulamasından sonra %2,9 artma meydana gelmiştir. Yine %25,7 oranında “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü aşağı kayar.” yanılığını devam ettirdikleri görülmüştür. Bu yanılığın ise kavramsal değişim metinleri uygulaması sonrasında (%22,9) azalmıştır. Öğrenciler bu soruya verilen cevaplardan %80,0 oranında emindirler.

4. soru: Testte öğrencilere “Bir kurşun kalem masa üzerinde durmakta olan bir aynanın önüne dik olarak yerleştirilmiştir. Gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir. Gözlemci aynadan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.

B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.

C) Görüntünün yeri değişmeyecektir” sorusu yöneltilmiş ve onların %20,0 oranında “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü de aynadan uzaklaşır.” Yanılığını taşıdıkları görülmüştür. Öğrenciler kavramsal değişim metinleri uygulaması sonrasında bu yanılığlarından %14,3 vazgeçmişlerdir. Öğrenciler, %17,1 oranında “Gözlemci aynadan uzaklaşırsa cismin görüntüsü de aynaya yaklaşır”. Yanılığın sahiptirler ve KDM uygulaması sonrasında bu yanılığın aynı oranda devam etmiştir. Öğrenciler 4. soru için verdikleri cevaplardan %77,1 oranında emindirler.

5. soru: “Aydınlık bir ortamda beyaz bir top bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiştir. Gözlemci beyaz bir topun görüntüsünü düzlem aynada görebilmektedir. Sonra beyaz top siyah bir topa değiştirilir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

A) Gözlemci siyah topu aynada görebilir.

B) Gözlemci siyah topu aynada göremez.” olarak yöneltilen soruya öğrenciler, %74,3 oranında “Siyah cismin görüntüsü görülemez” yanılığını taşıyan cevabı vermişlerdir.. Bu yanılığın için öğrenciler, genellikle %14,3 oranında siyah topun ışığı soğurmasını neden

olarak, %20,0 oranında siyah topun ışık yaymamasını neden olarak ve %42,9 oranında görüntü çizgilerinin gözlemciden gelmesini neden olarak göstermişlerdir. Katılımcılar %85,7 oranında cevaplarından emindirler.

6. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp şekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?”

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansyarak yoluna devam eder.” biçiminde sorulan soruya KDM uygulaması sonrasında öğrenciler %97,1 oranında herhangi bir ışık kaynağından çıkıp bir çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışınının yolunu doğru çizebilmişlerdir ve verdikleri cevaplardan da %97,1 oranında emindirler.

7. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın merkezi doğrultusunda çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder.
- D) Çukur aynadan yansyarak yoluna devam eder.” sorusuna öğrenciler, KDM uygulamasından sonra %85,7 oranında doğru cevap verebilmişler ve verdikleri cevaplardan da %94,3 oranında emin olduklarını belirtmişlerdir.

8. soru: Testte öğrencilere yöneltilen “Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir açıyla gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna KDM uygulaması sonrasında katılımcılar, %82,9 oranında doğru cevap verebilmişler ve verdikleri cevaplardan da %100,0 emindirler.

9. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” şeklinde yöneltilen soruya verilen cevapların %77,1’i doğrudur. Katılımcılar cevaplarından %97,1 oranında emindirler.

10. soru: “Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?”

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” sorusuna öğrencilerin verdiği cevapların %91,4 ’ü doğrudur. Katılımcılar cevaplarından %97,1 oranında emindirler.

11. soru: “Bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur. Tümsek kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur?”

- A) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur.
- B) Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur
- C) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.
- D) Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.” olarak yöneltilen soruya öğrenciler, %71,4 oranında doğru cevap vermişlerdir ve katılımcılar cevaplarından %100,0 emindirler.

15. soru: Testte “Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?”

- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.
- B) Görüntü, sonsuzda oluşur.

C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.” şeklinde yer alan soruya verilen cevapların %88,6’ü doğrudur ve katılımcıların %88,6’sı cevaplarından kuşku duymamaktadırlar.

**Çizelge 4.3.1.** Deney grubu son-test sonucunda ışığın yansımaları ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılığ		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
1.	19	54,3	16	45,7	32	91,4
2.	20	57,1	15	42,9	31	88,6
3.	21	60,0	14	40,0	28	80,0
4.	18	51,4	17	48,6	27	77,1
5.	16	45,7	19	54,3	30	85,7
6.	34	97,1	1	2,9	34	97,1
7.	30	85,7	5	14,3	33	94,3
8.	29	82,9	6	17,1	35	100,0
9.	27	77,1	7	20,0	34	97,1
10.	32	91,4	3	8,6	34	97,1
11.	25	71,4	10	28,6	35	100,0
15.	31	88,6	4	11,4	31	88,6
<b>Ortalama</b>	<b>25</b>	<b>71,4</b>	<b>10</b>	<b>28,6</b>	<b>32</b>	<b>91,4</b>

Öğrencilerin Çizelge 4.3.1 ’deki verilerinden ışığın yansımaları konusunda anlama seviyelerinin ortalamasının %71,4 olduğu görülmektedir. Bu bulgular kavramsal

değişim metinlerinin uygulanmasından sonra öğrencilerin ışığın yansıması konusunu anlama seviyelerinin oldukça değiştiğini ve %14,3 oranında arttığını göstermektedir.

#### 4.3.1.b. Işığın kırılması ile ilgili bulgular

14. soru: Testteki “Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.
- B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.
- C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.” sorusuna verilen cevapların %65,8’i doğrudur. KDM uygulamasından sonra bu soruya verilen doğru cevaplarda %11,7 artma gözlenmiştir. Öğrenciler cevaplarından %82,9 oranında emindirler.

16. soru: “Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) İnce kenarlı merceğin ikincil odağından geçerek kırılır.
- B) İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- C) İnce kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.” sorusuna verilen cevaplardan %28,6’sı doğrudur ve yanlıgıların tamamı %71,4 ince kenarlı merceklerde ikincil odak noktasının kavranamamış olmasından kaynaklanmaktadır. Öğrencileri cevaplarından %91,4 oranında emindirler.

17. soru: “Bir ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?

- A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.
- C) Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” sorusuna verilen cevapların %62,9’u doğrudur ve devam eden yanlıgıların tümü %37,1 oranında kalın kenarlı merceklerde ikincil odak noktasının kavranamamış olmasından kaynaklanmaktadır. Katılımcılar cevaplarından %91,4 oranında emindirler.

18. soru: Testte yer alan “ İnce kenarlı bir mercekte  $2F$  ile  $F$  arasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.
- B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.
- C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” şeklinde yöneltilen soruya tüm öğrenciler doğru cevap vermişlerdir ve cevaplarından da tamamen emindirler.

19. soru: “Kalın kenarlı bir mercekte kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) Kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.” Bu soruya öğrencilerin %82,9’u doğru cevap vermişlerdir ve cevaplarından %97,1 oranında emindirler.

**Çizelge 4.3.2.** Deney grubu son-test sonucunda ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
14. Soru	23	65,8	12	34,2	29	82,9
16. Soru	20	57,1	15	42,8	32	91,4
17. Soru	22	62,9	13	37,1	32	91,4
18. Soru	35	100,0	-	-	35	100,0
19. soru	29	82,9	6	17,1	34	97,1
<b>Ortalama</b>	<b>24</b>	<b>65,7</b>	<b>12</b>	<b>34,3</b>	<b>32</b>	<b>91,4</b>

Öğrencilerin Çizelge 4.3.2'deki verilerinden ışığın kırılması konusunda anlama seviyelerinin ortalamasının %65,7 olduğu görülmektedir. Bu bulgular kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından sonra öğrencilerin ışığın kırılması konusunu anlama seviyelerinin oldukça değiştiğini ve %14,3 oranında arttığını göstermektedir.

#### 4.3.1.c. Işığın doğası ve yayılması ile ilgili bulgular

12. soru: "Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez?"

A) Dalgaboyu değişmez.

B) Frekansı değişmez.

C) Hızı değişmez.

D) Şiddeti değişmez." Bu soru için verilen cevaplardan %40,0'ı doğrudur. Öğrenciler cevaplarından %82,9 oranında emindirler. KDM uygulaması sonrasında bu soru için saptanan yanılılar %37,1 oranında azalmıştır.

13. soru: Testte “Havada ilerleyen bir ışık dalgası  $3 \times 10^8$  m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden  $2 \times 10^8$  m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,

A) yine  $3 \times 10^8$  m/s olur.

B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur.

C) birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

D)  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.” şeklinde yöneltilen bu soru için verilen cevapların %45,7'si doğru olup katılımcıların verdikleri cevaplardan %71,4 oranında emin oldukları belirlenmiştir.

**Çizelge 4.3.3.** Deney grubu son-test sonucunda ışığın yayılması sorularından elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
12. Soru	14	40,0	21	60,0	29	82,9
13. Soru	24	68,6	11	31,4	28	80,0
<b>Ortalama</b>	<b>19</b>	<b>54,3</b>	<b>16</b>	<b>45,7</b>	<b>29</b>	<b>82,9</b>

Öğrencilerin Çizelge 4.3.3'teki verilerinden ışığın yapısı ve yayılması konularında anlama seviyelerinin ortalamasının %54,3 olduğu görülmektedir. Bu bulgular kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasından sonra öğrencilerin ışığın kırılması konusunu anlama seviyelerinin oldukça değiştiğini ve %28,6 oranında arttığını göstermektedir.



### **4.3.2. Kontrol grubu son-test sonuçları**

Bu bölümde kontrol grubu için geleneksel öğretim yöntemi uygulamasından sonra son-testten elde edilen bulgular çizelgelerle aşağıda verilmiştir.

#### **4.3.2.a. Kontrol grubu ışın yansıması ile ilgili bulgular**

Çizelge 4.3.4'ten de görülebileceği gibi geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunda meydana gelen olumlu değişim ile kavramsal değişim metinleri ile öğretimin uygulandığı deney grubunda oluşan olumlu değişim arasında belirgin farklar vardır. Yansıma ve yansıma ile oluşan görüntüler konusunda her soruda kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, kontrol grubu ve deney grubu için son-test sonuçlarının yansıma ve yansıma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulguların ortalamalarının karşılaştırılması yapıldığında deney grubu lehine daha belirgin olarak görülmektedir (ortalama % 11,4).

**Çizelge 4.3.4.** Kontrol grubu son-test sonuçlarına göre ışığın yansımaları ve yansımaları ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
1. Soru	15	42,8	20	57,1	34	97,1
2. Soru	19	54,3	16	45,7	28	80,0
3. Soru	13	37,2	22	62,8	30	85,7
4. Soru	16	45,7	21	60,0	25	71,4
5. Soru	23	37,1	22	62,9	32	91,4
6. Soru	31	88,6	4	11,4	34	97,1
7. Soru	28	80,0	7	20,0	31	88,5
8. Soru	25	71,4	10	28,6	33	94,2
9. Soru	25	71,4	10	28,6	32	91,4
10. Soru	28	80,0	7	20,0	33	94,2
11.Soru	23	65,7	12	34,3	34	97,1
15.Soru	24	68,5	11	31,5	34	97,1
<b>Ortalama</b>	<b>60,0</b>		<b>40,0</b>		<b>91,4</b>	

#### 4.3.2.b. Işığın kırılması ile ilgili bulgular

**Çizelge 4.3.5.** Kontrol grubu son-test sonucu ışığın kırılması ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılğı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
14	21	60,0	14	40,0	26	74,2
16	13	37,1	22	62,9	34	97,1
17	19	54,2	16	45,8	33	94,2
18	30	85,7	5	14,3	31	88,5
19	27	77,1	8	22,9	33	94,2
<b>Ortalama</b>	<b>62,8</b>		<b>37,2</b>		<b>91,4</b>	

Çizelge 4.3.5'te geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunda meydana gelen olumlu değişim ile kavramsal değişim metinleri ile öğretimin uygulandığı deney grubunda oluşan olumlu değişim arasında belirgin farklar olduğu görülmektedir. Kırılma ve kırılma ile oluşan görüntüler konusunda her soruda kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Kontrol grubu ve deney grubu için son-test sonuçlarının kırılma ve kırılma ile oluşan görüntülerden elde edilen bulgularının ortalamalarının karşılaştırılması yapıldığında deney grubunun kavram yanılığlarının kontrol grubundan daha fazla giderildiği görülmüştür.

#### 4.2.3.c. Işığın doğası ve yayılması ile ilgili bulgular

**Çizelge 4.3.6.** Kontrol grubu son-test sonucu ışığın yayılması sorularından elde edilen bulgular.

Soru	Anlama		Yanılğı		Emin Olma Durumu	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
12. Soru	10	28,6	25	71,4	32	91,4
13. Soru	21	60,0	14	40,0	33	94,1
<b>Ortalama</b>	<b>45,7</b>		<b>54,3</b>		<b>94,1</b>	

Işığın yayılması konusunda deney grubu ve kontrol grubunun anlama ve yanılğı düzeylerinin karşılaştırıldığı çizelge 4.3.6'da son test sonuçlarının deney grubu lehine daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Işığın yayılması konusundaki anlama düzeylerinin ortalamalarında bu durum daha belirgin olarak görülmektedir (ortalama %8,6).

#### 4.4. Sonuçların Karşılaştırılması

Bu bölümde kontrol grubu ve deney gruplarının ayrı ayrı sırasıyla ön-testleri ve son-testleri karşılaştırılarak ortalama değerler çizelgelerle aşağıda verilmiştir.

#### 4.4.1. Ön-test sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.4.1. Deney grubu ve kontrol grubu ön-test sonuçlarının karşılaştırılması

Grup	Konu	Anlama		Yanlgı		Emin Olma Durumu	
		Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
Deney Grubu	Işığın Yansıması	20	57,1	15	42,9	29	82,9
	Işığın Kırılması	19	54,3	16	45,7	30	85,7
	Işığın Yayılması	9	25,7	26	74,3	23	65,8
Kontrol Grubu	Işığın Yansıması	19	54,3	16	45,7	29	82,9
	Işığın Kırılması	18	51,4	17	48,6	30	85,7
	Işığın Yayılması	10	28,6	25	71,4	23	65,8

Ön-test sonuçlarının karşılaştırılması yapıldığında geometrik optik konularında öğrencilerin aynı konularda anlama seviyeleri ve yanlgı seviyelerinin yaklaşık aynı frekans ve yüzdelerle olması dikkate değer bulunmuştur (Çizelge 4.4.1). Bu bulgular, her iki grubun da (deney grubu ve kontrol grubu) hem grup olarak hem de birbirlerine göre homojen gruplar olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

#### 4.4.2. Son-test sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.4.2. Deney grubu ve kontrol grubu son-test sonuçlarının karşılaştırılması

Grup	Konu	Anlama		Yanılı		Emin Olma Durumu	
		Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
Deney Grubu	Işığın Yansımaları	25	71,4	10	28,6	32	91,4
	Işığın Kırılması	24	65,7	12	34,3	32	91,4
	Işığın Yayılması	19	54,3	16	45,7	29	82,9
Kontrol Grubu	Işığın Yansımaları	21	60	14	40	32	91,4
	Işığın Kırılması	22	62,9	13	37,2	32	91,4
	Işığın Yayılması	16	45,7	19	54,3	33	94,1

Çizelge 4.4.2'ye bakıldığında hem deney grubundaki hem de kontrol grubundaki öğrencilerin son-test sonuçlarının ortalamasının ön-test sonuçları ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Deney grubu ortalamalarının daha yüksek olması da kavramsal değişim metinleri yönteminin geleneksel yöntemle göre üstün olan özelliklerini pekiştirir niteliktedir.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu bölümde önceki bölümde verilen araştırma bulguları üzerine tartışmalar yapılmış, ışık konusundaki kavram yanlışlarının nedenleri üzerinde durularak giderilebilmesi için hazırlanan kavramsal değişim metnlerinin etkileri değerlendirilmiş, ilgili literatürden yararlanılarak karşılaştırmalar yapılmış ve konu ile ilgili bundan sonra yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler sunulmuştur.

Ön-test sonuçlarından elde edilen bulgulara göre; deney grubunun yansıma konusunda öğrenci anlama seviyesinin %57 (Çizelge 4.2.4), kontrol grubunun da %54 (Çizelge 4.2.1) olduğu tespit edilmiştir. Aynı konuda son-test sonuçları, öğretmen adaylarının KDM uygulamasından sonra anlama seviyelerinin önemli sayılabilecek oranda arttığını ortaya koymaktadır deney grubunda bu artış %14, kontrol grubunda ise %5'tir. Öğrencilerin ışığın yansıması konusunda anlama seviyeleri düşüktür. Anlama seviyesinde öğrenci öğrendiklerini organize edip yorumlayabilir. Yani, öğrenci kendisine sunulan bilgileri zihninde canlandırıp farklı şekillerde ve farklı cümlelerle ifade edebilir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, özellikle testteki soruların ikinci aşamasında bulunan serbest seçenekte, öğrendikleri bilgileri farklı cümlelerle verememişler, ayrıca çoğu sorularda da yazılan cümleler verilmesi istenen bilgiyi ifade etmekte yetersiz kalmıştır. Öğrencilerin ışığın yansıması konusundaki başlıca yanlışları; “Cismin düzlem bir aynada görülebilmesi için ışığın aynayı aydınlatması gerekir”, “Karanlık bir odada bir cisim düzlem aynada görebilmek için hem aynanın hem de cismin aydınlatılması gerekir”, “Görüntü oluşumun da kullanılan ışık kaynağının hareket etmesi ortamdaki cismin düzlem aynadaki görüntüsünün büyüklüğünü etkiler”, “Düzlem aynada oluşan cismin görüntüsü gözlemcinin hareket etmesiyle hareket eder ve boyu değişir”, “Tümsek ve çukur aynaya gönderilen ışınlar ayna yüzeyinden kırılarak aynanın arkasına geçer”, “Siyah cismin görüntüsünün aynada görülemez” yanlışları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar başka araştırmacıların sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. (Chen *et al.* 2002). Bu tür yanlışların oluşmasında, öğrencilerin bir cismin görülebilmesi için ışığın aynadan gelmesi gerektiği gibi bir düşünceye sahip olmaları, öğretmenlerin görüntü oluşumu ile ilgili çizimler yaparken

ortamdaki ışık kaynağını vurgulamamaları ve ortamdaki gözlemcinin gösterilmemesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Ön-test sonuçlarına göre öğrencilerin ışığın kırılması konusunda anlama seviyeleri deney grubunda %54 (Çizelge 4.2.5), KDM verildikten sonra uygulanan son-test sonuçları, ışığın kırılması konusunda anlama seviyelerinin ortalamasının %65,7 olduğu (Çizelge 4.3.2) belirlenmiştir. Kontrol grubunun ışığın kırılması konusunda anlama seviyeleri ise %51 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.2). Bu sonuçlar da KDM uygulamasının öğrencilerin anlama seviyelerine önemli derecede etki ettiğini göstermektedir (%12). Öğretimde anlamlı ve kalıcı öğrenmeye yönelik olarak kavramsal değişim metinlerinin uygulanmasının bu artışın nedeni olduğu açıktır.

Öğrencilerin ışığın kırılması konusunda bazı kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bunlar; “Yoğun bir ortama bulunan bir cisme az yoğun bir ortamdan bakıldığında cismin görüntüsü uzaklaşır”, “Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını, ince kenarlı mercekten yansıyarak yoluna devam eder” yanlışları olarak belirlenmiştir. Bu tespitlerimiz diğer araştırmacıların tespitleriyle de uyum göstermektedir (Cansüğü ve Bal 2002). Chen *et al.* (2002) ’ın çalışmalarından elde edilen yanlış kavramlar ise bu çalışmada elde edilen yanlışlara benzer olarak “Karanlık bir odada düzlem aynada bir cisim görebilmek için aynanın aydınlatılması gerekir. Bir düzlem aynada ışık kaynağının konumu değiştirildiğinde görüntünün konumu da değişir. Bir düzlem aynada gözlemcinin konumu değiştiğinde görüntünün konumu da değişir.” şeklindedir. Goldberg and McDermott (1986)’nın yaptığı çalışmada da aynı konu için hemen hemen aynı yanlışlar elde edilmiştir.

Ön-test sonuçlarında, ışığın yayılması konusunda öğrencilerin anlama seviyelerinin deney grubunda %25,7 (Çizelge 4.2.6), kontrol grubunda ise %28,6 (Çizelge 4.2.3) olduğu tespit edildi. Son-test sonuçlarında ışığın yayılması konusunda öğrencilerin anlama seviyelerinin deney grubunda %54,3 (Çizelge 4.3.3), kontrol grubunda da %45,7 (Çizelge 4.3.6) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığın yayılması konusunda



KDM uygulamasının yanlış kavramların giderilmesine %28 olumlu etki ettiğini göstermektedir. Aynı konuda kontrol grubunda olumlu değişim ancak %17 olabilmiştir. Öğrencilerin ışığın yayılması konusunda anlama seviyeleri oldukça düşüktür. Işığın yayılması konusunda sorulan sorulardan elde edilen yanılgılar: “Işığın kırılma indisi farklı ortamlarda yayılması sırasında hızının kırılma indisi faktörüne bağlı değildir.”, “Işık yayılırken farklı ortamlarda hızı, şiddeti ve dalga boyu değişmez.” ve “Işığın bir saydam ortamdan diğerine geçerken frekansı değişir.” olarak tespit edilmiştir.

Öğrencilerin optik konularını anlama seviyelerinin düşük olması ve bu konudaki yanılgılarının nedeni olarak; onların konu ile ilgili ortaöğretimde yeterli ve etkili bir eğitim alamamış olmaları, ÖSS sınav sisteminden dolayı bu tür konulara ortaöğretimde gereken önemin verilmemesi ve laboratuvarlarda yeterli ölçüde etkinliklerin yapılamaması olarak düşünülmektedir. Kaya ve Büyükkasap’ın ışık ve atom kavramları üzerine yapmış oldukları araştırmada da öğrencilerin bu yanlış anlamaları ilk ve ortaöğretimde görev başında olan öğretmenlerden ve ders kitapları ile diğer yazılı öğretim materyallerinden kaynaklanıyor olduğu sonucuna varılmıştır (Kaya ve Büyükkasap, 2004). Örneklemimizi oluşturan öğrencilerin genellikle ortaöğretim dönemindeki eğitimlerini kırsal kesimde yapmaları ve fizik derslerinin alan öğretmeni dışındaki öğretmenler tarafından yürütülüyor olmasının da etkisi olduğu kanaatindeyiz.

Ancak yine de KDM uygulamasından sonra bu yanılgıların ışığın yansıması, kırılması ve yayılması konularında ortalama %18 azalması önemli sayılabilecek bir artıştır. Esasında geometrik optik konularına olan ilginin ve özellikle optik konuları ile ilgili çizimlerin fiziğin diğer konularına göre daha kolay olduğunun etkisinin de bu artışlarda önemli rol oynadığı sanılmaktadır.

**Çizelge 5.1.** Kontrol grubu ve deney grubu ön-test ve son-test arasındaki t-testi sonuçları

Örneklem	Testler	N	$\bar{X}$	S.S	t	p
Deney Grubu	Ön-test	35	50,542857	11,23634	-6,937	0,001
	Son-test	35	68,571428	10,49449		
Kontrol Grubu	Ön-test	35	48,502421	10,41532	-4,581	<0,001
	Son-test	35	62,453916	9,34486		

**Çizelge 5.2.** Kontrol grubu ve deney grubu son-testler arasındaki t-testi sonuçları

Örneklem	Testler	N	$\bar{X}$	S.S	t	p
Deney Grubu	Son-test	35	68,571428	10,49449	-4,923	0,001
Kontrol Grubu	Son-test	35	62,453916	9,34486		

Çizelge 5.1' den de anlaşılacağı gibi örnekleme uygulanan ön-test ve son-teste ilişkin t-testi yapılmış, deney grubundaki öğrencilerin ön-test ve son-teste verdikleri cevaplar arasında istatistik açıdan anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Puanlama yapıldığında hem deney grubundaki hem de kontrol grubundaki öğrencilerin son-test sonuçlarının ortalamasının ön-test sonuçları ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuç uygulanan örneklemin homojen bir grup olduğunu ve ön-test ile son-test puanlarının ortalamaları göz önüne alındığında son-test puanlarının ortalamasının ön-test puanlarının ortalamasından daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Deney grubu ortalamalarının daha yüksek olması da kavramsal değişim metinleri yönteminin geleneksel yöntemle göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Yani kavramsal değişim metinleri uygulamasından sonra anlamlı bir şekilde öğrencilerin başarılarında artış gözlenmiştir. Zaten deney grubu ve kontrol grubu son-testleri arasındaki t-testlerinin sonucunda  $p = 0,001$  düzeyinde anlamlılık belirlenmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının her ikisinde de sırasıyla kavramsal değişim metinleri uygulaması ile yapılan öğretim ve geleneksel öğretim sonucunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının azalması anlamlıdır. Bu azalmanın her iki durumda da bir öğretim sonucunda gerçekleşmesi beklenen bir sonuçtur. Deney grubunda yanlışların azalması kontrol grubunda gerçekleşen azalmadan daha fazladır. Ayrıca, t-testi sonuçlarından öğrencilerin her soruya verdikleri doğru cevapların ortalamalarına bakılarak, son-teste verilen cevapların her birinin puanlarının ortalamasının ön-testtekilere göre genellikle daha yüksek olduğu görülmüştür.

Genel olarak geometrik optik konusunda öğrencilerin yanlış kavramları kavramsal değişim metinleri uygulanarak toplamda %53 oranında giderilebilmişken bu değişim geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunda ancak %34 seviyesinde gerçekleşebilmiştir.

Bu veriler, konu ile ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim metinleri kullanarak işlenen derslerin etkili olacağını göstermektedir. Kavramsal değişim metinlerinin etkinliğinin araştırıldığı benzer çalışmalarda bu sonucu destekler niteliktedir (Goldberg and McDermott 1986; Chen *et al.* 2002). Posner *et al.* (1982)'ın çalışmalarında fen eğitimcilerinin kavramsal değişim süreci gerçeğini ciddi bir şekilde ele almaları gerektiği önerilmekte ve kavramsal değişimin gerçekleştirilebilmesi için: öğrencinin kendi bilgisinin yetersizliğinin farkına varması, öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi anlaşılabilir bulması, öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi mantıklı bulması, öğrencinin kendine verilen yeni bilgiyi karşılaştığı yeni problemlerin çözümünde kullanması gerektiği de savunulmaktadır. Chambers and Andre 1997'de geleneksel yöntemle oranla kavramsal değişim yaklaşımının kullanıldığı öğretim sürecinde öğrencilerin, yeni kavramları öğrenmede daha başarılı olduklarını rapor etmekte ve aynı zamanda, kavram değiştirme metinlerinin öğrenci sayısının az olduğu küçük sınıflarda da uygulanmasının daha olumlu sonuçlar vereceğini de savunmaktadırlar. Carey 2000 ise fen bilgisi konularında kavramsal değişim öğretimi yönteminin yararlı olacağını belirtmektedir. Wang and Andre 1991 ise kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için

kavram karşılaştırma yöntemini önermektedir. Ancak kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı öğretim modelinin, kavramsal yapılanma süreci için en aydınlatıcı ve en açıklayıcı modellerden birisi olarak kabul edilmektedir (Demastes *et al* 1996; Tyson *et al.* 1997; Beeth 1998; Feldman 2000; Thorley and Stofflett 1996; Guzzetti *et al.* 1992; Dagher 1994; Cobern 1996). Basili ve Sanford (1991), kavram temelli öğretim yöntemlerinde işbirlikli grupların, kavram haritalarını içermese bile, öğrencilerin belli kavram yanlışlarını düzeltmelerine yardım etmede belirgin bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Kavramsal değişim metinlerinin fen bilgisi konularında öğrencilerin sahip olduğu yanlışların giderilmesinde etkili öğretim yöntemlerinden biri olduğu çeşitli çalışmalarda da rapor edilmiştir (Hewson and Hewson 1983; Hynd *et al.* 1997; Pınarbaşı 2002; Canpolat 2002; Palmer 2003; Chen and Lin 2002).

Araştırmalar ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında kavramsal değişim metinleri uygulanarak yapılan öğretimin etkili öğrenme konusunda yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

## 5.1 Öneriler

1. Kavramsal değişim metinlerin öğrenci başarısına etkisi ve onların kavram yanlışlarını gidermede önemli bir yöntem olduğu literatürde geniş bir biçimde yer almaktadır. Bu çalışma da bunu destekler niceliktedir. Bu nedenle öğretmenler özellikle fen bilgisi öğretiminde konularını anlatmaya başlamadan önce öğrencilerin o konu ile ilgili bilgilerini, ya da kavram yanlışları ortaya çıkarmalı ve bu yanlışları gidermek için öğretim etkinliklerinde KDM kullanmalıdırlar.

2. Kavramsal değişim metinleri hazırlanırken metinler, kavrama yönelik olan bilgiyi net olarak içermeli ve mümkünse bilgisayar destekli animasyon, simülasyon, slayt vb. ortam dosyaları ile zenginleştirilmelidir. Bu kavrama yönelik ilginin artmasına ve öğrenmenin kolay ve kalıcı olmasına etki edecektir. Kavramsal değişim metinleri ile de olsa öğretim yapılırken gerçek anlamda değişimi sağlayabilmek için kavramsal değişim metinlerinin tek başına yeterli olamayacağı bunun yanında sınıf ortamının tartışma

ortamına dönüştürülerek öğrencilerin aktif hale getirilmesi sağlanmalıdır (Guzzetti *et al.* 1992; Hynd *et al.*1994; Eryılmaz 2002).

3. Öğretmenler ve öğretim elemanları yansıma konusunu anlatırken, görüntü oluşumu ile ilgili çizimler yaparken ortamdaki ışık kaynağından cisme gelen ışınların davranışını vurgulamalı ve ortamdaki gözlemcinin konumunu belirtmelidirler, hatta gözlemciyi de bu çizimde göstermelidirler.

4. Ders kitaplarında ve öğretimde genellikle görüntünün oluşma ilkeleriyle ilgilenildiği ve ışınların görüntü noktasının gerisine çizilmediği için, öğrencilerin çizdiği ışın diyagramları, onların gözün rolünü anlamalarına yardımcı olmaz. Optik öğretiminde gözlemcinin yeri önemli bir rol oynamaktadır (Ronen and Eylon 1993). Bu nedenle mercekler konusunun öğretiminde de görüntü oluşumları sırasında gözün yeri üzerinde durulmalıdır. Işın diyagramlarında işlevsel bir göz modelinin kullanılması görüntü oluşumu ve gözlenmesi arasındaki ilişkinin anlaşılması için çok gereklidir (Epik vd. 2001). Bilgisayar ortamında Powerpoint sunumları ile ışın diyagramları gösterilmeli ve her bir ışın için hareket efektleri kullanılmalıdır. Bu sunumda gözlemci ve ışık kaynağının bulundurulması daha yararlı olabilir.

5. Öğrencilerin çoğu, merceklerin görevinin ne olduğunu bilmemekte ve mercek olmadan ekranda görüntü oluşabileceğini düşünmektedirler. Bu durum Goldberg ve Dermott' un (1987) bir çalışmasında da vurgulanmıştır. Öğrencilerin, mercek sistemleri ile yaptıkları deneylerle kendi bilgileri arasındaki çelişkileri gözlemleyebilmeleri ve böylece düşünmeye başlayıp, yanlış anlamaları yenebilmeleri için onlara, somut yaşantıların kazandırılması amacıyla laboratuvar ve gösteri deneylerine önem verilmeli, sınıf ortamları araç gereç yönünden desteklenmelidir.

6. Benzer çalışma yapacak araştırmacılar, öncelikle literatürden maksimum oranda yararlanmalı, alan uzmanları ile sürekli diyalog kurmalı ve kavramsal değişim metinlerini uygulayacağı örnekleme oluşturan her bireyin öğrenim yaşantıları ve çalışma ortamları hakkında detaylı bilgiye ulaşmaya çalışmalıdır. Özellikle deney grubunda yer

alan bireylerin devam durumunu göz önüne alarak çalışmalarının zamanını ayarlamalıdır. Yine bu konuda araştırma yapılırken benzer araştırmaların eksik yönleri araştırılmalı ve bu eksikliklerin giderilmesine yönelik aktiviteler uygulanmalıdır. Bu çalışmanın yürütüldüğü Ağrı Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında bu konuda yaşanan güçlükler, örnekleme oluşturan bireylerin katılımlarının ödüllendirilmesi, özendirilmesi, derslerin öğrenci merkezli olarak yapılması ve onların optimum katılımlarının sağlanacağı zamanlar ayarlanarak aşılmaya çalışılmıştır.

**KAYNAKLAR**

- Akdeniz, A.R. Yıldız, İ. Yiğit, N., 2000. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin “Işık” ünitesindeki kavram yanlışları. H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 5-14.
- Alparıslan, C., Tekkaya C., and Geban Ö., 2003. Using the conceptual change instruction to improve learning. Journal of Biological Education, 37(3), 133-137.
- Andersson, B., 1986. Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions, Science Education, 70, 5, 549-563.
- Arons, A.B., 1990. A guide to introductory physics teaching. New York: John Wiley and Sons.
- Ausubel, D.P., 1968. Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ayas, A. ve Demirbas, A., 1997. Turkish secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts. Journal of Chemical Education, 74(5), 518-521.
- Ayas, A. P., 2006. Fen bilgisi öğretiminde yeni yaklaşımlar. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi <http://www.aof.edu.tr/kitap/IOLTP/2283/unite04.pdf>. 06.06.2006.
- Aycan, Ş., Yumuşak, A., 2003. Lise Müfredatındaki Fizik Konularının Anlaşılma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. Milli Eğitim Dergisi, 159.
- Ayvacı, H. Ş., Devocioğlu, Y., 2007. Kavram haritasının fen bilgisi başarısına etkisi. [http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b\\_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t62.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t62.pdf)
- Basili, P. A. and Sanford, P. J., 1991. Conceptual Change strategies and cooperative group work in chemistry. Journal of Research in Science Teaching, 28(4), 293-304.
- Beeth, M. E., 1998. Teaching science in fifth grade: Instructional goals that support conceptual change. Journal of Research in Science Teaching, 35, 10, 1091-1101.
- Bilgin, İ., Geban, Ö., 2001. Benzeşim (Analoji) yöntemini kullanarak Lise-2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 7-8 Eylül, İstanbul. Bildiriler Kitabı, s 372-377.
- Bodner, G. M., 1986. Constructivism: A theory of knowledge. Journal of Chemical Education, 63, 10, 873-878.
- Brown, D. E., 1992. Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: factor influencing conceptual change. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 29(1), 17-34.
- Bruner, J., Goodnow, J. J., and Austin, G. A., 1967. A study of thinking. New York, Science Editions.
- Büyükkasap, E. Düzgün, B. Ertuğrul, M., 2001. Lise öğrencilerinin “Işık” hakkındaki yanlış kavramları. Milli Eğitim Dergisi, 149, 32-35.
- Büyükkasap, E. Samancı, O., 1998. İlköğretim öğrencilerinin “Işık” hakkındaki yanlış kavramları. Kastamonu Eğitim Dergisi, 4, 109-120.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M., 2000. Öğrencilerin elektrik akımı hakkındaki düşünceleri. IV. Fen Bilimleri Kongresi, 6-8 Eylül, Ankara.

- Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M., 2001. Lise öğrencilerinin ışık hakkındaki düşünceleri. IV. Fen Bilimleri Kongresi, 6-8 Eylül, Ankara.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M., ve Samancı, O., 1998. Bilgisayar destekli fen öğretiminin kavram yanlışları üzerine etkisi. Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 59-66.
- Büyükkaragöz S. S. ve Çivi, C., 1996. Genel Öğretim Metotları. Öz Eğitim, İstanbul
- Canpolat, N., 2002. Kimyasal denge ile ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Campbel, D. T., Stanley, J. C., 1963. Experimental and Quasi-experimental design for research on teaching. In NL. Gage (Ed), Handbook of Research on Teaching, Chicago: Rand, McNally.
- Cansüğü K, Ö., Bal, Ş., 2002, İlköğretim 5. ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Işığın Hızı ile İlgili Yanlış Kavramları ve Bu Kavramları Oluşturma Şekilleri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1, 1-11.
- Carey, S., 2000. Science education as conceptual change. Journal of Applied Developmental Psychology, 21(1), 13-19.
- Carmichael, P., Watts, M., Driver, R., Holding, B., Philips, I., and Twigger, D., 1990. Reserch on students' misconceptions in science. A bibliography. Leeds, Childrens' Learning in Science Group.
- Chambers, S. K. and Andre, T., 1997. Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. Journal of Research in Science Teaching, 34(2), 107-123.
- Chen, C. C., Lin, H. S., Lin, M. L., 2002. Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' UnderstandingThe Formation of Images by a Plane Mirror. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D) Vol. 12, No. 3, 106-121.
- Clerment, J., Brown, D.E. Zietsman, A., 1989. Not all preconceptions are misconceptions: Finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. International Journal of Science Education, 11, 554-565.
- Cobern, W.W., 1996, Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education. Science Education, 80(5), 579-610.
- Colin, P., 1999. Two models for a physical situation : the case of optics. Students' difficulties, teachers' viewpoints and guidelines for a "didactical structure ", In Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research in Sience Education. Past, Present and Future. M. Komorek, H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit W. Gräber, A. Kross (eds), Kiel, Vol 2, 143-145.
- Çepni, S., Bacanak, A., Küçük, M., 1997. Fen Eğitiminin Amaçlarında değişen hedefler:Fen-Teknoloji Toplum.  
<http://www.degerleregitiimi.org/ded/4/ded4mak1.pdf>



- Çepni, S., 2005. Kuramdan Uygulamaya fen ve Teknoloji Öğretimi.4. Baskı, Pegema Yayıncılık.
- Dagher, Z.R., 1994. Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change. *Science Education*, 78(6), 601-614.
- Demastes, S.S. Good, R.G. Peebles, P., 1996. Patterns of Conceptual Change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407-431.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., AYAS, A., 2003, Yaz, Kavram Yanılgılarının Çalışma Yapraklarıyla Giderilmesine Yönelik Bir Çalışma., *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 1.
- Dreyfus, A. Jungwirth, E. Eliowitch, R., 1990. Applying the "Cognitive Conflict" strategy for conceptual change-some implications, difficulties and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- Driver, R., Easley, J., 1978. Pupil and paradigms: a review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Duckworth, E., 1964. Piaget rediscovered. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 172-175.
- Epik, Ö., Kalem, R., Kavcar, N. ve Çallica, H., 2002. " Işık ve Görüntü Oluşumu " İle İlgili Kavram Yanılgılarının ve Bilgi Eksikliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, sayı: 14, s. 64 - 73. İzmir.
- Ertürk, S., 1979. Eğitimde Program Geliştirme. *Beytepe Basımevi*, Ankara, 12.
- Eryılmaz, A., 2002. Effects of conceptual assignments and conceptual change discussion on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1001-1015.
- Esiobu, G. O. and Soyibo, K., 1995. Effects of concept and vee mapping under three learning modes on students' cognitive achievement in ecology and genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 971-995.
- Feldman, A., 2000. Decision Making in the Practical Domain: A model of Practical Conceptual Change. *Science Education*, 84, 606-623.
- Fetherstonehaugh, T., ve Treagust, D. V., 1992. Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672.
- Fetherstonehaugh, A.R., 1990. Misconceptions and light: A curriculum approach. *Research in Science Education*, 20, 105-113.
- Galili, I., Lavrik, V., 1998. Flux Concept in Learning about Light: A Critique of the Present Situation, *Science Education*, 82, 591.
- Geban, Ö. and Başer, M., 2007. Effectiveness of Conceptual Change Instruction on Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Research in Science & Technological Education*, [http://www.lib.ied.edu.hk/rss/feed/ebSCO\\_sciedu.html](http://www.lib.ied.edu.hk/rss/feed/ebSCO_sciedu.html).
- Geban, Ö. Bayır, G., 2000. Effect of conceptual change approach on students' understanding of chemical change and conservation of matter. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 79-84.
- Gilbert, J. K. and Watts, D. M., 1983. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-90.
- Goldberg, F., McDermott, L. C., 1986. Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472-480.

- Goldberg F., McDermott, L.C., 1987. 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.
- Griffiths, A.K. Preston, K. R., 1992. Grade-12 Students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 6, 611-628.
- Guzzetti, B.J., Williams, W.O., Skeels, S.A. and Wu, S.M., 1997, Influence of Text Structure on Learning Counterintuitive Physics Concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 7, 701-719.
- Guzzetti, B., Snyder, T.E. and Glass, G.V., 1992. Promoting conceptual change in science: Can texts be used effectively? *Journal of reading*, 35(8), 642-649.
- Gülçiçek Ç, Yağbasan R., 2004. Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları, *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Sayı 3, 23-38.
- Hake, R.R., 1992. Socratic pedagogy in the introductory physics laboratory. *The Physics Teacher*, 33, 1-7.
- Harrison, A G., and Trequest, D. F., 1993, Teaching With Analogies: A Case Study In Grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1291-1307.
- Helm, H., 1980. Misconceptions in physics amongst South African Students. *Physics Education*, 15(2), 92-97.
- Hewson, M. G. and Hewson, P. W., 1983. Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Resaerch in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P. W. and Hewson, M. G., 1984. The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Hubber, P., 1993. Understanding Concepts about Light & Vision. *The Physics Teacher*, Vol, 31,1-30.  
[http://www.deakin.edu.au/education/units/ppse/Sound&light/Light\\_Notes\\_no\\_Diagrams.doc](http://www.deakin.edu.au/education/units/ppse/Sound&light/Light_Notes_no_Diagrams.doc). 20.04.2004
- Hynd, C. ve Alvermann, D.E., 1986. The Role of Refutation Text in Overcoming Diffuculty With Science Concepts. *Journal of Reading*, 29(5), 440-446.
- Hynd, C.R. McWhorter, Y. Phares, V.L., Suttles, C.W., 1994. The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Jouranl of Research in Science Teaching*, 31(9), 933-946.
- Hynd, C.R., Alvermann, D. Qian, G., 1997. Pre-service elementary school teachers' conceptual change about projectile motion: refutation text, demonstration, affective factors, and relevance. *Science Education*, 81, 1-27.
- Kara, M., Kanlı U., Yağbasan, R., 2003. Lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 158, bahar, <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/158/kara.htm>. 26.11.2004.
- Kaya A., Büyükkasap E., 2004. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık ve Atom Kavramlarını Anlama Seviyelerinin Tespiti, 6. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 9-11 Eylül, Marmara Ün., İstanbul.
- Kaya, S., Kavcar, N., 2002. Ortaöğretim fizik dersi mercekler konusu öğretim programı geliştirme üzerine bir çalışma. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi 16-18 Eylül, Ankara.

- Küçüküran, G., 2003. Okul öncesi fen öğretiminde bir teknik: Analoji. Milli Eğitim Dergisi, 157, <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/157/kucukturan.htm>.
- Langley, D., Ronen, M., Eylon, B.S., 1997, Light Propagation And Visual Patterns, Preinstruction Learners' Conceptions, Journal of Research in Science Teaching, Vol, 34(4), 399-424.
- Leura, G. R., Otto, C., Zitzewitz, P.W., 2005. A Conceptual Change Approach To Teaching Energy And Thermodynamics Top Re-Service Elementary Teachers, Journal of Physics Teacher Education Online, Vol, 2, No. 4.3-8.
- Mason. L., 2001, Introducing Talk and Writing For Conceptual Change: A Classroom Study, Learning and Instruction, 11, 305-329.
- Mayer, M., 1987. Common sense knowledge versus scientific knowledge: the case of pressure, weight and gravity. In Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in science and mathematics, 1, 299-310. Ithaca, N.Y: Cornell University Pres.
- Mazur, E., 1996. Concept tests. Englewood Cliffs, N. J, Printice Hall.
- McDermott, L.C., 1991. What we teach and what is learned-closing the gap. American Journal of Physics, 59, 301-315.
- McMillan, J. H., Schumacher, S., 1997. Research in Education. Fourt edition, Addison Wesley Company, United States, p 245.
- Minstrell, J., 1989. Teaching science for understanding.in Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research, L. Resnick and L. Klopfer, eds. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development, 129-149.
- Nakhleh, M.B. and Mitchell, R.C., 1993. Concept learning versus problem solving: There is a difference. Journal of Chemical Education, 70(3), 190-192.
- Nakipoğlu, M., 1999. Öğretmen adaylarının kavram geliştirme ve kavram öğretimi stratejisine yönelik görüşleri. D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 10, 63-72.
- Novak, J. D., 1977. A Theory of Education. Ithaca, NY, Cornel University press.
- Novak, J. D., and Gowin, D. B., 1984. Learning how to learn. New York: Cambridge University Pres.
- Özden, Y., 2003. Öğrenme ve Öğretme. Pegem A Yayıncılık, 6. baskı, Ankara.
- Özkan, Ö. Tekkaya, C. Geban, Ö., 2001. Ekoloji konularındaki kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe
- Özmen, H., Demircioğlu, G., 2003. Asitler ve bazlar konusundaki öğrenci yanlış anlamalarının değerlendirilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. Milli Eğitim Dergisi, 159.
- Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N., Mehid, A.C., 1989. Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables. International Journal of Education 11 (3), 273-286.
- Palmer, D. H., 2003. Investigating the relationship between refutational text and conceptual change. Science Education, 87, 663-684.
- Pfund, H., and Duit, R., 1991. Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. Kiel, University of Kiel Institue of Science Education.
- Pınarbaşı, T., Çözünürlükle ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Piaget, J. 1965. *Logic and Psychology*. UK, Manchester University Pres.
- Posner, G. Strike, K. Hewson, D. Gertzog, W., 1982 "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Prieto, T. Blanco, A. Rodriguez, A., 1989. The Ideas of 11 to 14-Year-Old Students About the Nature of Solutions. *International Journal of Science Education*, 11(4), 451-463.
- Ronen, M., Eylon, B.S., 1993. To See or Not to See: The Eye in Geometrical Optics - When and How ?. *Physics Education*, vol: 28, s.52 - 59.
- Saarelainen, M., Viiri, J., 1999. University physics students' conceptualizations of optics- Designing educational reconstruction on optics course for undergraduate physics teachers. Second Internatioanl Conference of The European Science Education Research Association (E.S.E.R.A). Research in Science Education. Past, present and future. August 31-September 4, Kiel, Germany.
- Saban, A., 2000. *Öğrenme Öğretme Süreci*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Sönmez, V., 2001. Program geliştirmede öğretmen elkitabı. Anı yayıncılık, Ankara.
- Serway, R. A., Beichner, R. J., 2002. Fen ve mühendislik için fizik. Beşinci baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Shymansky, J. A., Yore, L.D., Treagust, D. F., Thiele, R.B., Harrison, A., Waldrip, B.G., Stocklmayer, S. M., Venville, G., 1997. Examining the construction process: A study of changes in level 10 students' understanding of classical mechanics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34(6), 571-593.
- Skinner, B. F., 1968. *The technology of teaching*. Appleton-Century-Crofts, New York, 9-24.
- Strike K, Posner G. 1992. A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl R, Hamilton R, eds. *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. Albany, NY: State University of New York. Pp. 211–231.
- Thorley, N.R. Stofflett, R.T., 1996. Representation of the Conceptual Change Model in Science Teacher Education. *Science Education*, 80(3), 317-339.
- Thorndike, E. L., 1913. *Educational Psychology*. New York: Colombia University Pres, Vols. 1-2.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G. and Venville, G.J., 1996, Using an Analogical Teaching Approach to Engender Conceptual Change, *International Journal of Science Education*, 18(2), 213-229.
- Tyson, L.M. Venville, G.J. Harrison, A.G. Treagust, D.F., 1997. A Multidimensional Framework For Interpreting Conceptual Change Events in the Classroom. *Science Education*, 81, 387-404.
- Wandersee, J. H. Mintzes, J. J. Novak, J. D., 1994. Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Eds) *Handbook of research on science teaching and learning*, Macmillan, 177-210.
- Wang, T. Andre, T., 1991. Conceptual change text versus traditional text and application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16, 103-116.
- Weaver, G.C., 1998. Strategies in K-12 Science instruction to promote conceptual change. *Science Education*, 82(4), 455-472.
- Woolfolk A. E., 1998. *Educational Psychology*. Seventh edition, A Viacom Company, Needham Heights, MA 02194, USA.

[www.ksef.gazi.edu.tr/dergi/pdf/cilt-14-No1-2006Mart/11-20.pdf](http://www.ksef.gazi.edu.tr/dergi/pdf/cilt-14-No1-2006Mart/11-20.pdf). 02.11.2006

Yavuzer, H., 1997. Çocuk Psikolojisi, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Yılmaz, Ö. Tekkaya, C. Geban, Ö., 1998. Lise-1. sınıf öğrencilerinin “Hücre Bölünmesi” ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, K.T.Ü., Trabzon, Bildiriler Kitabı, s 187-192.

## EKLER

### EK 1: Yüz Yüze Görüşme Soruları

1. *Işık kırılma indisi 1 olan hava ortamından daha yoğun bir ortama girip tekrar hava ortamına geçerse hızında nasıl bir değişme olur?*
2. *Işık dalgası bulunduğu ortamdan kırılma indisi farklı olan başka bir ortama geçerse ışığın hangi özellikleri değişir? Neden?*
3. *Bir düzlem ayna önüne karanlık bir odada bir cisim konulursa; cismi görebilmek için el feneri aynaya mı, cisme mi yoksa cisim ile ayna arasında ayna düzlemine paralel mi tutulmalıdır? Neden?*
4. *Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kaleme uzaktan bakıldığında mı, yakından bakıldığında mı daha büyük görünür? Neden?*
5. *Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kaleme yüksekten uzaktan bakıldığında mı, aşağıdan bakıldığında mı daha aşağı kayar? Neden?*
6. *Bir düzlem ayna önünde bulunan kurşun kalemin görüntüsü, kurşun kalemi aydınlatan lamba yukarıda kaldırıldığında mı yoksa uzaklaştırıldığında mı küçülür? Neden?*
7. *Kalın kenarlı merceklerde özel ışınları ve kalın kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının mercekten geçerken doğrultusu nasıl olur?*

8. *Tümsek aynada özel ışınları ve tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının aynadan sonraki doğrultusu nasıl olur?*
9. *Hava ortamından daha yoğun ve saydam bir ortamda bulunan cismin görüntüsü bulunduğu konuma göre cisme hava ortamından bakan bir gözlemciye göre nasıl değişir?*
10. *Aynada siyah renkli cisimlerin görüntüsü oluşur mu? Nedenini açıklayınız.*

## EK.2: 3-AŞAMALI KAVRAM YANILGISI TANI TESTİ

**YÖNERGE:** Sevgili öğrenciler, aşağıda size sunulan soruların her biri üç aşamadan oluşmaktadır. Bu sorulara ilişkin verilen cevap seçenekleri sorunun doğru yanıtı olmayabilir. Bu durumda sizce doğru seçeneğin yazılması için ek bir boş seçenek size bırakılmıştır.

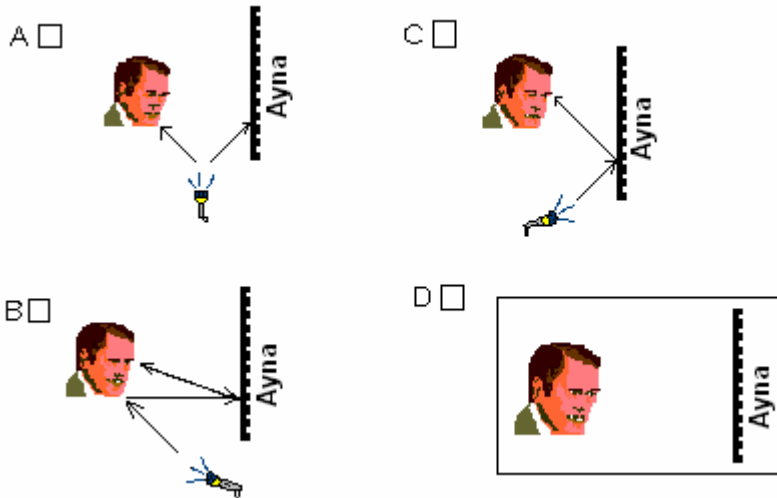
**1.1 Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırtıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine yazınız.)

- A ) Feneri düzlem aynaya tutmalıdır.
- B ) Feneri kendi çenesine doğru tutulmalıdır.
- C ) Fener ayna düzlemine paralel tutulmalıdır.
- D ) Fenerin tutulduğu doğrultulduğu önemi yoktur.
- E ) .....

**1.2 Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 1.1 deki soruya verdiğiniz cevabı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)





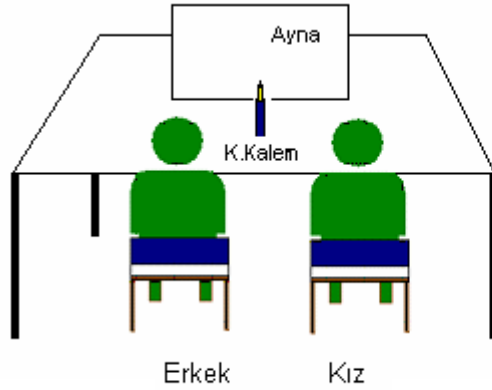
1.3 Yukarıda 1.1 ve 1.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

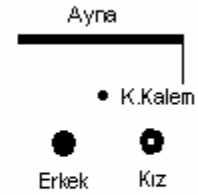
2.1.Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir düzlem ayna ve bir kurşun kalem bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin, aynanın, kız ve erkeğin yerleri şematik olarak şekilde sağda gösterilmiştir. Kalemin görüntüsünün yeri için;

Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur? (Lutfen kontrol ediniz.)

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lutfen D seçeneğine yazınız.)



Şekil 2.1



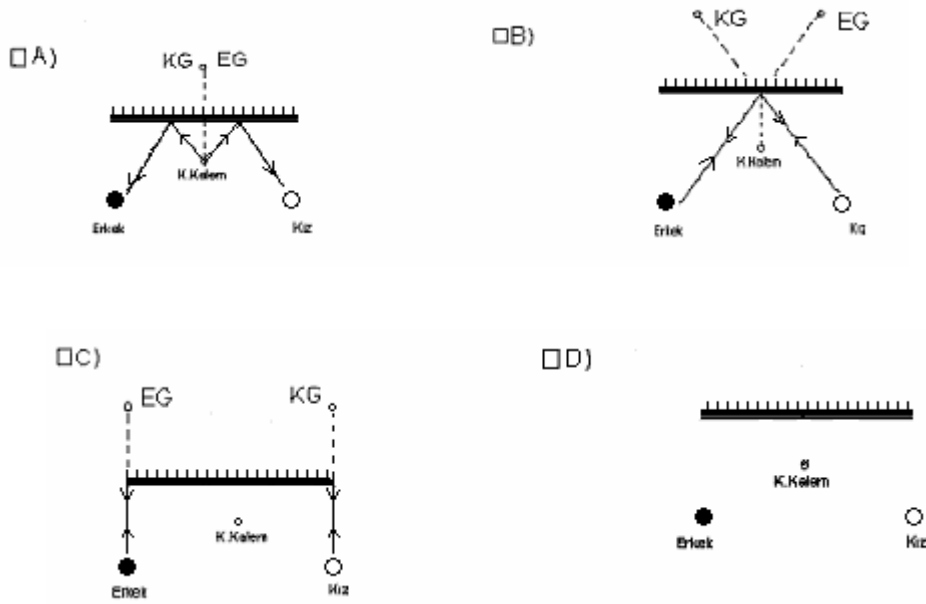
Şekil 2.2

- A) İki öğrenci tarafından da görülen görüntü yerleri aynıdır.
- B) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.
- C) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.
- D) .....

2.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi soru 2.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?

EG: Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri,

KG: Kız öğrencinin gördüğü görüntü yeri.



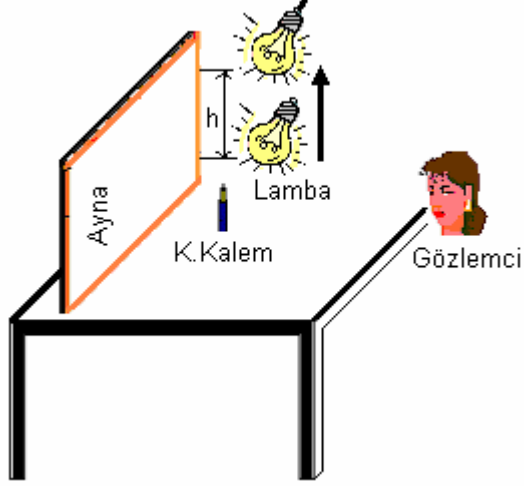
2.3.

Yukarıda 2.1 ve 2.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- A) Kesinlikle eminim.
- B) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

3.1. Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir odada gerçekleştirilmektedir. Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı bir odada gözlemci aynada kurşun kalemin görüntüsünü görmektedir. Eğer lamba  $h$  kadar yuları kaldırırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa Lütfen D seçeneğine yazınız.)

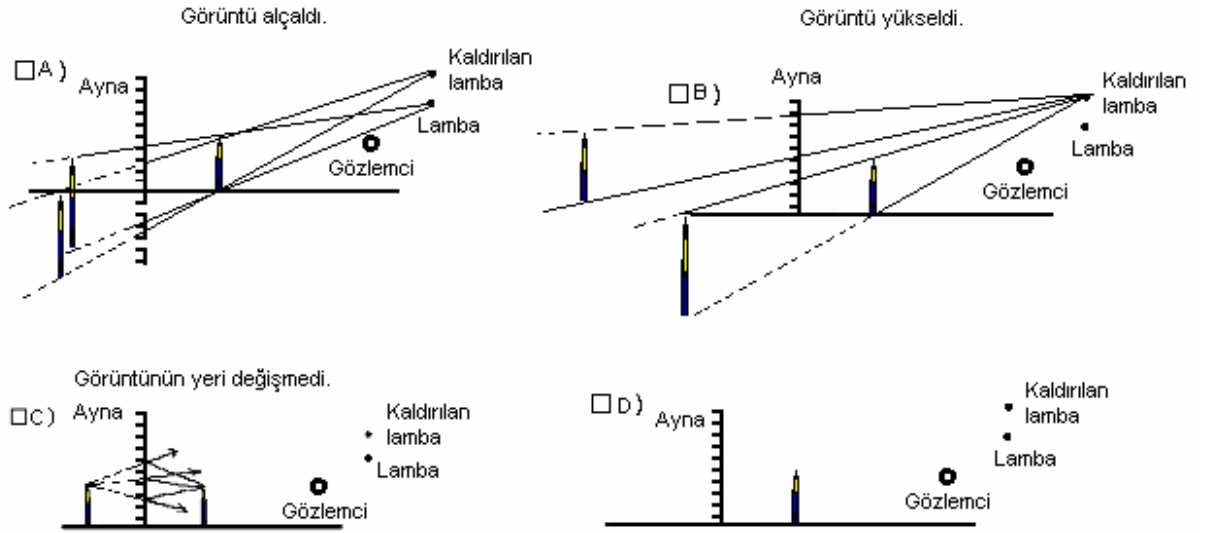


- A) Yukarı doğru hareket edecektir.
- B) Aşağı doğru hareket edecektir.
- C) Aynı yerde kalacaktır.
- D) .....

**3.2.Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 3.1 deki. cevabımızı en iyi açıklar?**

(Kesikli çizgiler gözlemcinin aynadan uzaklaşmadan önceki, düz çizgiler sonraki ışık ışınlarının yolunu göstermektedir.)

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)

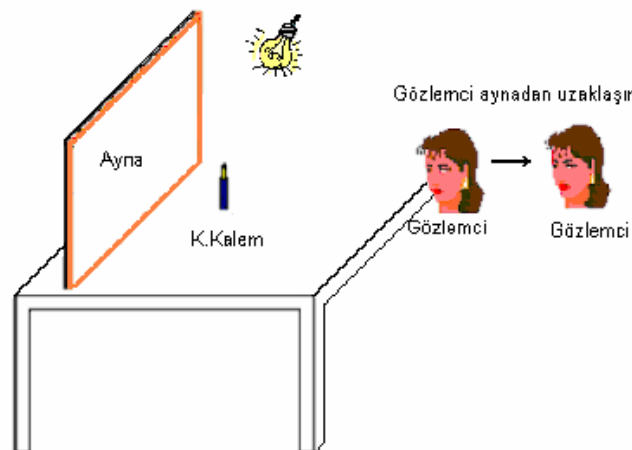


3.3. Yukarıda 3.1 ve 3.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C ) Emin değilim.
- D ) Kesinlikle emin değilim.

4.1. Aşağıdaki şekilde gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir. Gözlemci yandan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

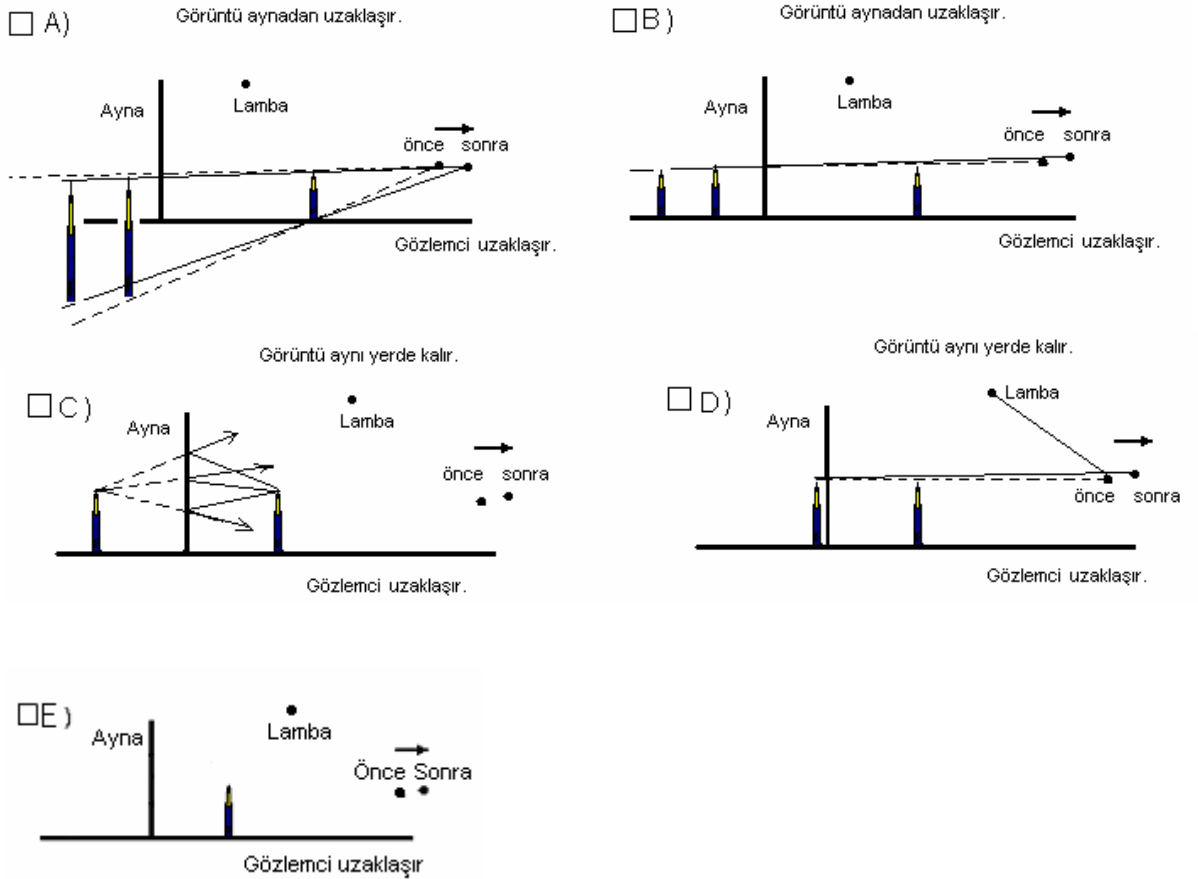
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.
- B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.
- C) Görüntünün yeri değişmeyecektir
- D).....

**4.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 11. sorudaki cevabınızı en iyi açıklar? (Kesikli çizgiler gözlemci aynadan uzaklaşmadan önceki keskin çizgiler sonraki ışık ışınlarının yolunu göstermektedir.)**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)

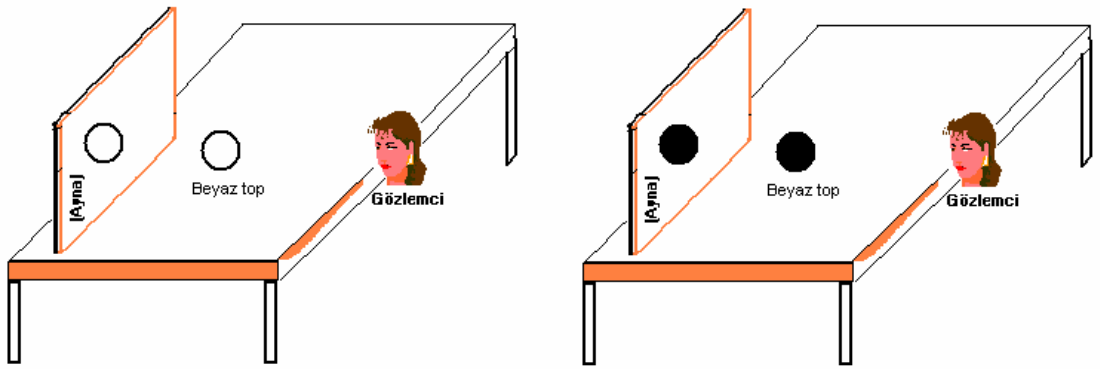


**4.3. Yukarıda 4.1 ve 4.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A) Kesinlikle eminim.
- B) Eminim.
- C) Emin değilim.

- D) Kesinlikle emin değilim.

**5.1.Şekilde görüldüğü gibi aydınlık bir ortamda beyaz bir top bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiştir. Gözlemci beyaz bir topun görüntüsünü düzlem aynada görebilmektedir. Şekil 5.1 Sonra beyaz top siyah bir toplara değiştirilir (Şekil 5.2). Buna göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.**



**Yukarıdaki şekillere göre aşağıdaki cümlelerin hangisi doğrudur?**

- A) Gözlemci siyah topu aynada görebilir.  
 B) Gözlemci siyah topu aynada göremez.

**5.2. Aşağıdaki cümlelerden hangisi cevabınızı en iyi açıklar?**

- A) Siyah top ışığı emer bu yüzden aynada görülemez.  
 B) Siyah top ışık yayar bu ışık ışınlarından bazıları doğrusal olarak ilerler ve aynada yansır. Bu nedenle gözlemci siyah topu aynada görebilir.  
 C) Siyah top ne ışık saçmaz ne de ışık yayar.  
 D) Gözlemciden gelen görüntü çizgileri aynadan yansır ve sonra siyah topu etkiler.  
 E) .....

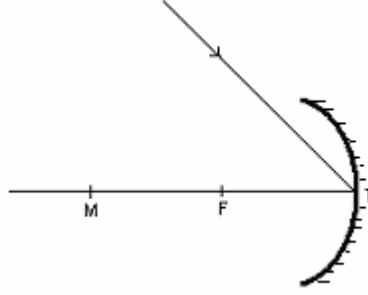
**5.3 Yukarıda 5.1 ve 5.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.  
 B ) Eminim.  
 C) Emin değilim.

- D) Kesinlikle emin değilim.

**6.1. Bir ışık kaynağından çıkıp şekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?**

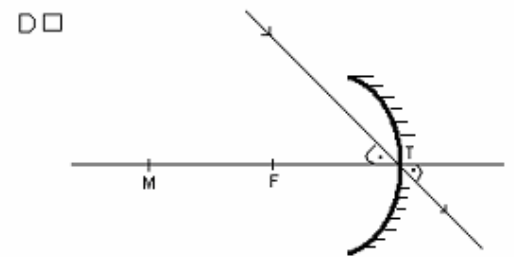
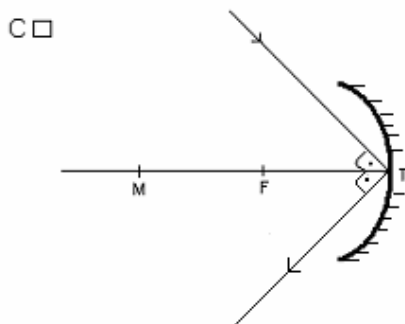
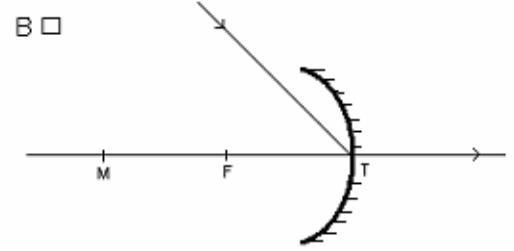
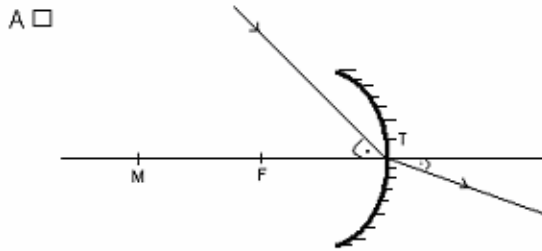
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

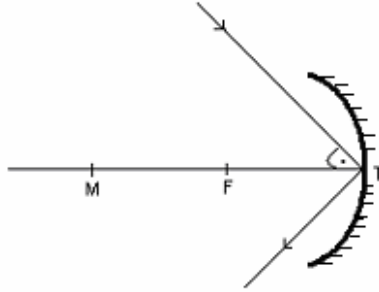
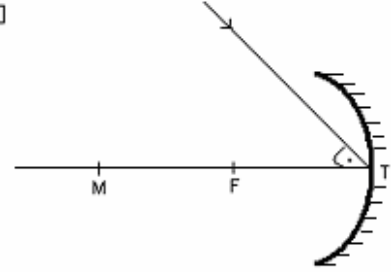


- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.  
 B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.  
 C) Çukur aynada yansırarak yoluna devam eder.  
 D).....  
 .....

**6.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 6.1 sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen G seçeneğine çiziniz.)



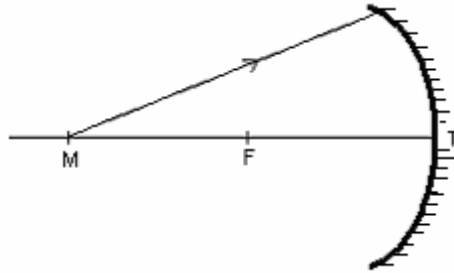
E G 

**6.3 Yukarıda 6.1 ve 6.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.  
 B ) Eminim.  
 C) Emin değilim.  
 D) Kesinlikle emin değilim.

**7.1. Bir ışık kaynağından çıkıp şekildeki çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine yazınız.)

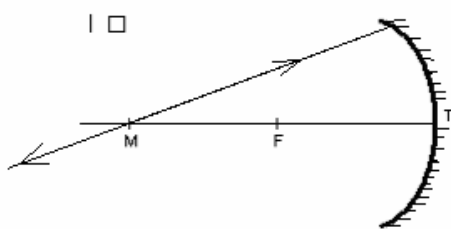
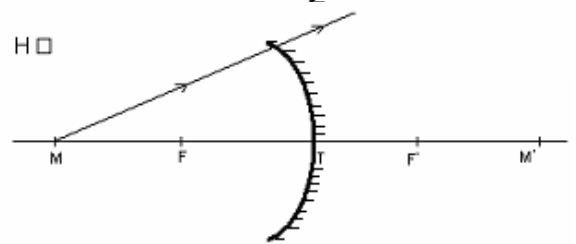
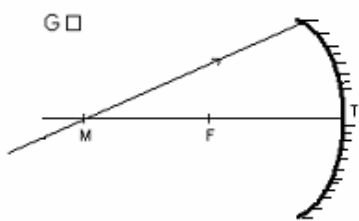
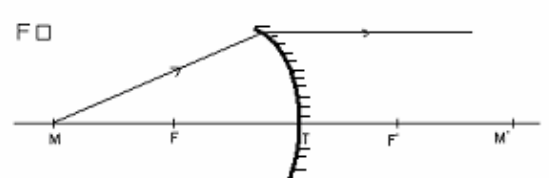
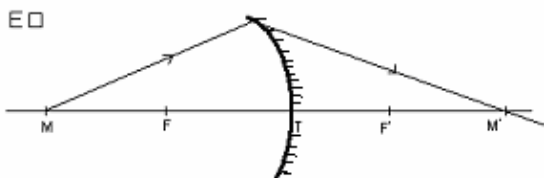
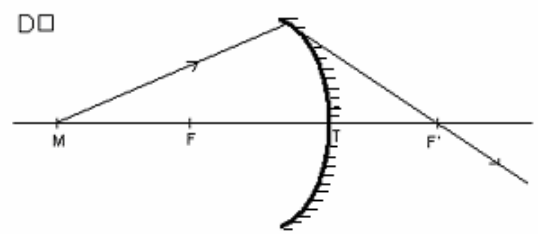
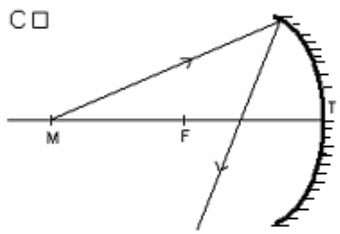
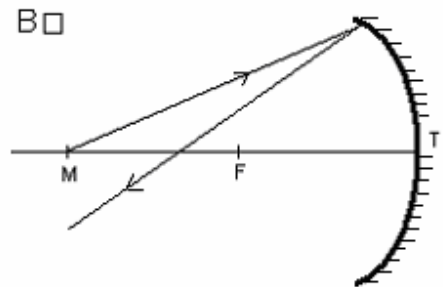
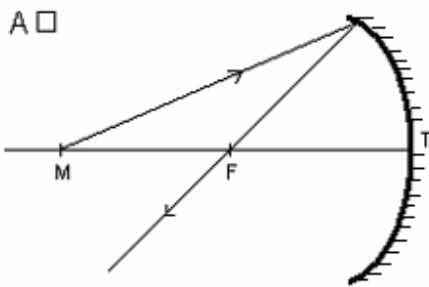


- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.  
 B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.  
 C) Çukur aynada yansıdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder.  
 D) Çukur aynadan yansıyarak yoluna devam eder.  
 E).....

**7.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 7.1 sorudaki cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen I seçeneğine çiziniz.)



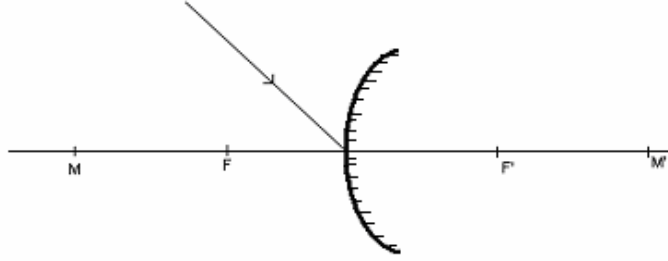


**7.3 Yukarıda 7.1 ve 7.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**8.1. Bir ışık kaynağından çıkıp şekildeki tümsek aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?**

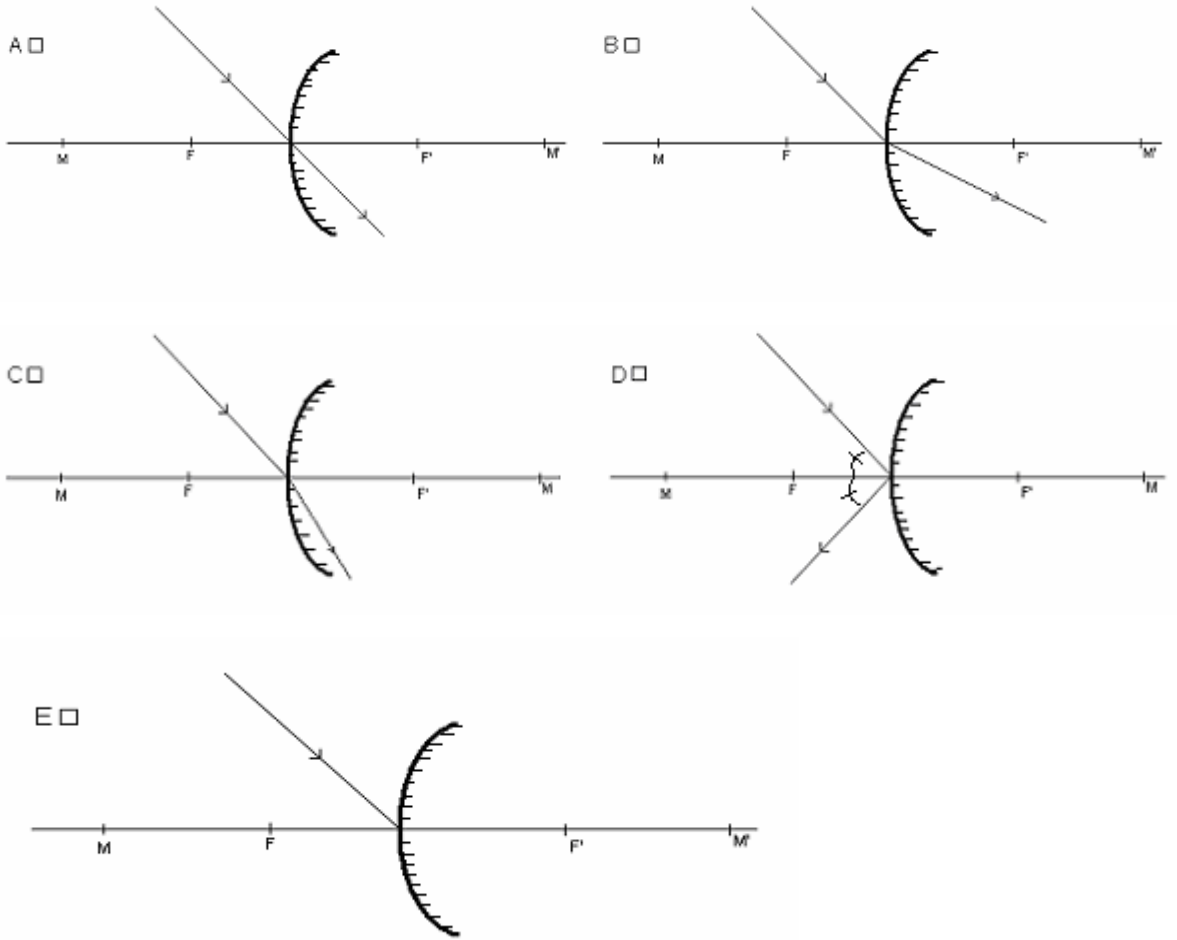
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.
- D) .....

**8.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 8.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)

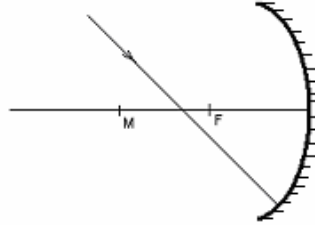


**8.3. Yukarıda 8.1 ve 8.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**9.1. Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya şekildeki gibi herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?**

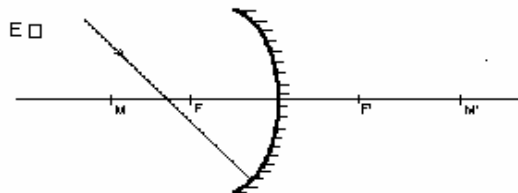
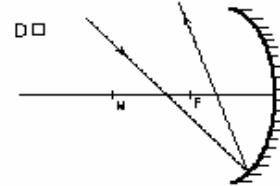
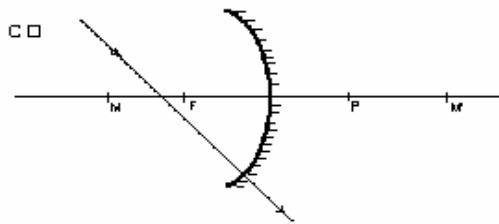
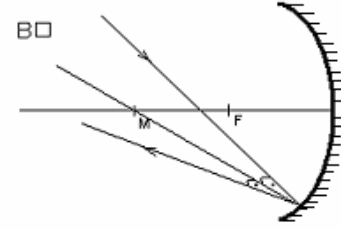
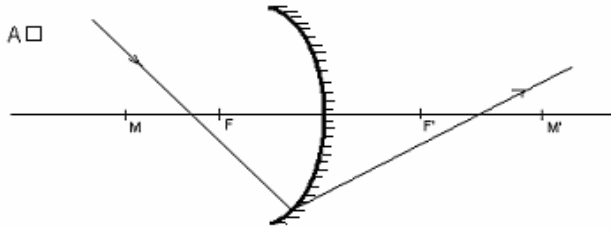
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.
- D) .....

**9.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 9.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)

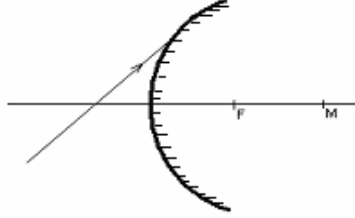


**9.3. Yukarıda 9.1 ve 9.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**10.1. Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya şekildeki gibi herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?**

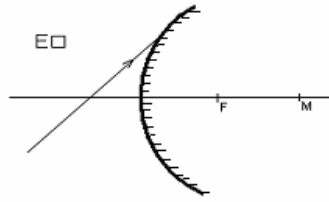
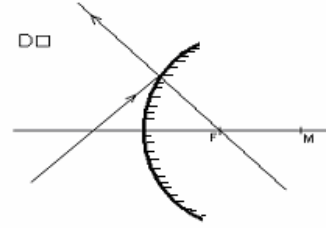
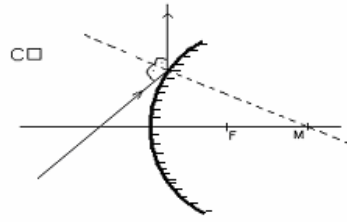
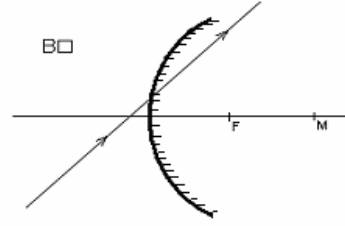
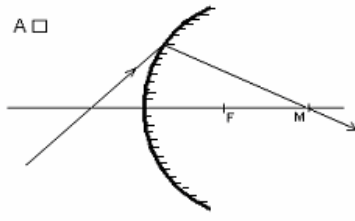
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.
- D) .....

**10.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 10.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)



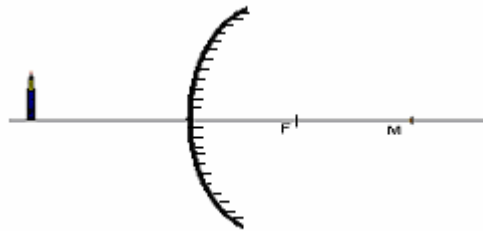
**10.3 Yukarıda 10.1 ve 10.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C ) Emin değilim.
- D ) Kesinlikle emin değilim.

**11.1. Şekildeki gibi bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur.**

**Tümsek kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur?**

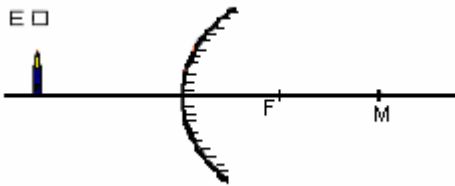
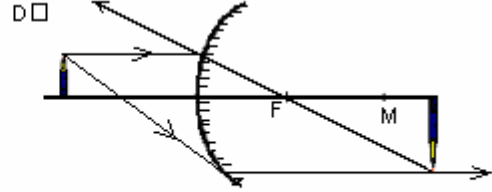
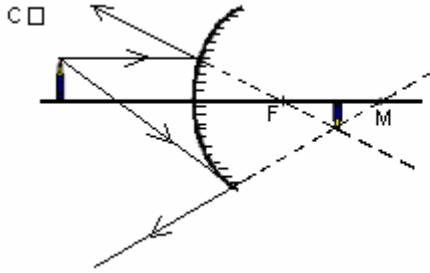
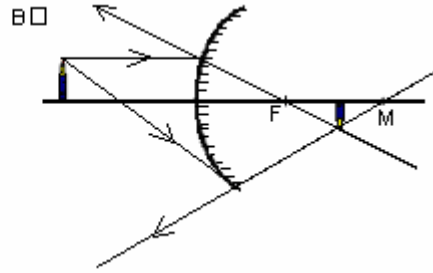
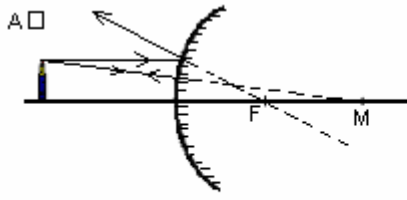
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine yazınız.)



- A) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur.
- B) Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur
- C) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.
- D) Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.
- E) .....

**11.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 11.1. deki cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)



**11.3. Yukarıda 11.1 ve 11.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A) Kesinlikle eminim.
- B) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**12.1. Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez? Neden?**

A) Dalgaboyu değişmez.

Çünkü; .....

B) Frekansı değişmez.

Çünkü; .....

C) Hızı değişmez.

Çünkü; .....

D) Şiddeti değişmez.

Çünkü; .....

**12.2. Yukarıda 12.1 de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

A ) Kesinlikle eminim.

B ) Eminim.

C) Emin değilim.

D) Kesinlikle emin değilim.

**13.1. Havada ilerleyen bir ışık dalgası  $3 \times 10^8$  m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden  $2 \times 10^8$  m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,**

A) yine  $3 \times 10^8$  m/s olur.

Çünkü; .....

B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur.

Çünkü; .....

C) birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

Çünkü; .....

D)  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

Çünkü; .....

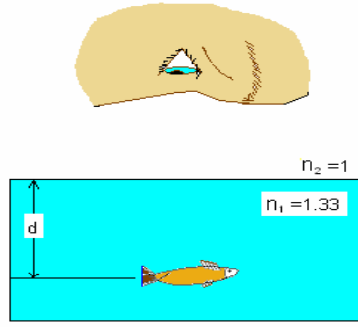


13.2. Yukarıda 13.1 de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

14.1. Bir gözlemci şekildeki gibi bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

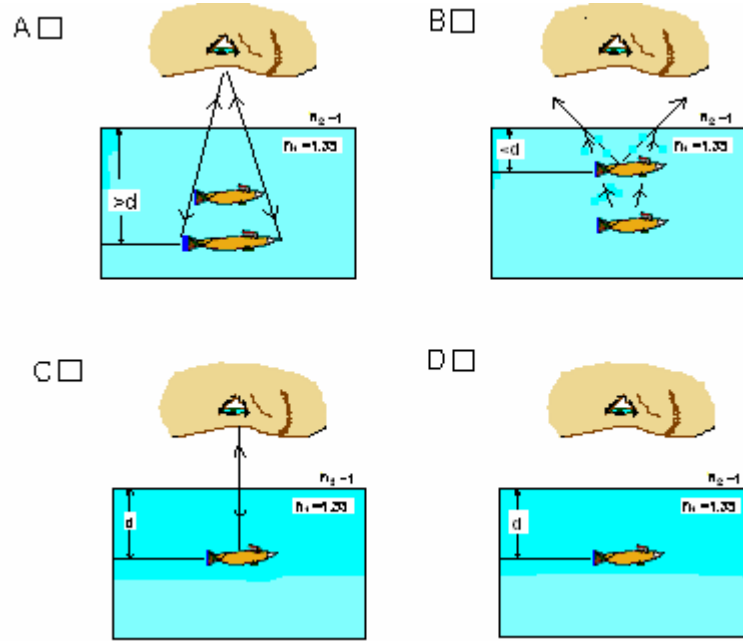
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.
- B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.
- C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür..
- D) .....

14.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 14.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)

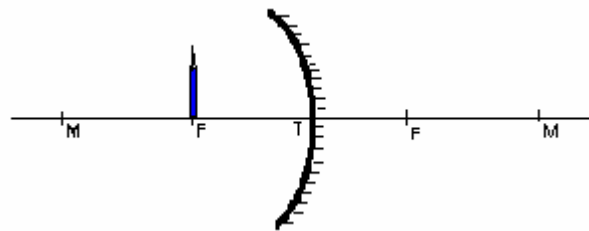


14.3. Yukarıda 14.1 ve 14.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

15.1. Şekildeki gibi bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemın görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

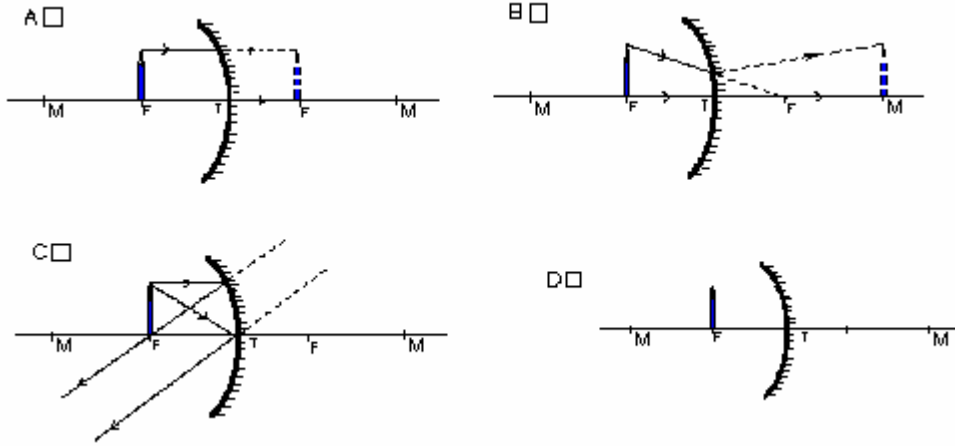
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.
- B) Görüntü, sonsuzda oluşur.
- C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.
- D) .....

**15.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 15.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)



**15.3. Yukarıda 15.1 ve 15.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

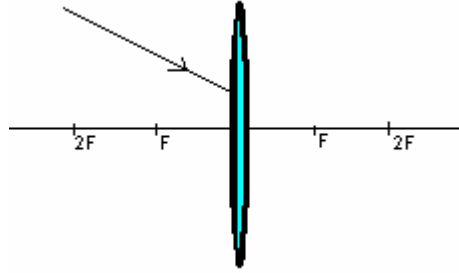
- A) Kesinlikle eminim.
- B) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**16.1. Şekildeki gibi bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

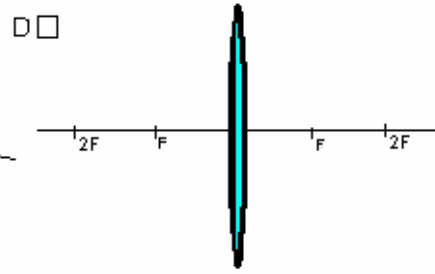
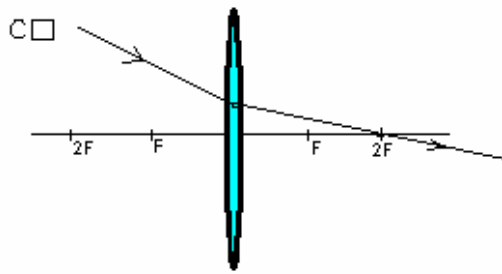
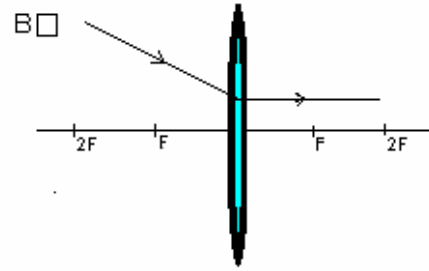
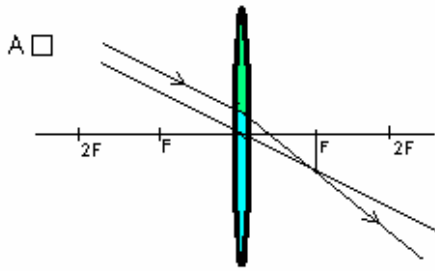
- A) İnce kenarlı merceğin ikincil odağından geçerek kırılır.
- B) İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- C) İnce kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.

- D) .....
- E) İnce kenarlı mercekten yansiyarak yoluna devam eder.



**16.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 16.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)

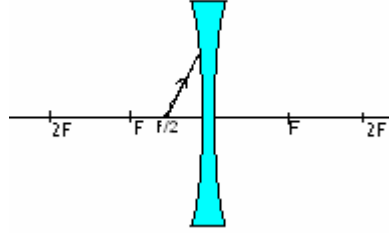


**16.3. Yukarıda 16.1 ve 16.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**17.1. Şekildeki ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?**

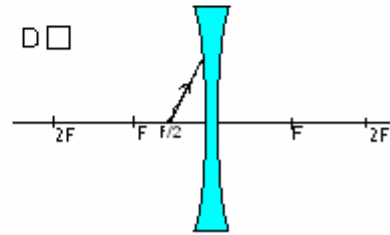
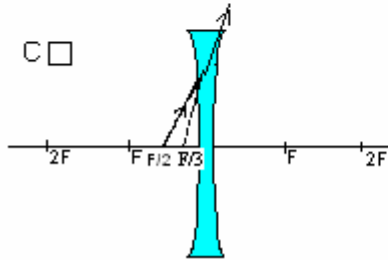
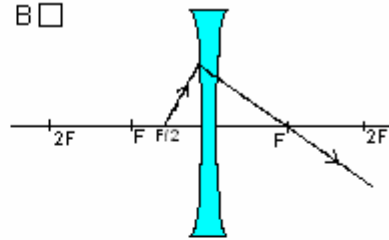
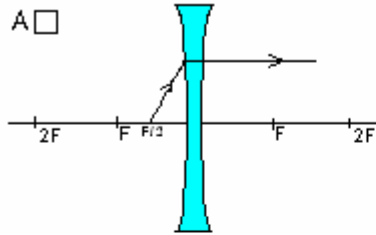
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lutfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.  
 B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.  
 C) Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.  
 D).....  
 E) Işık ışınının uzantısı ikincil odak noktasından geçecek şekilde kırılır.

**17.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 17.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lutfen D seçeneğine çiziniz.)

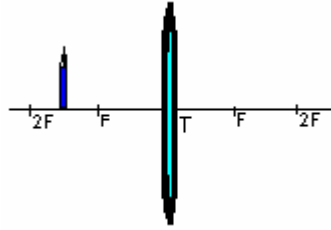


**17.3. Yukarıda 17.1 ve 17.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**18.1. Şekildeki ince kenarlı mercekte kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?**

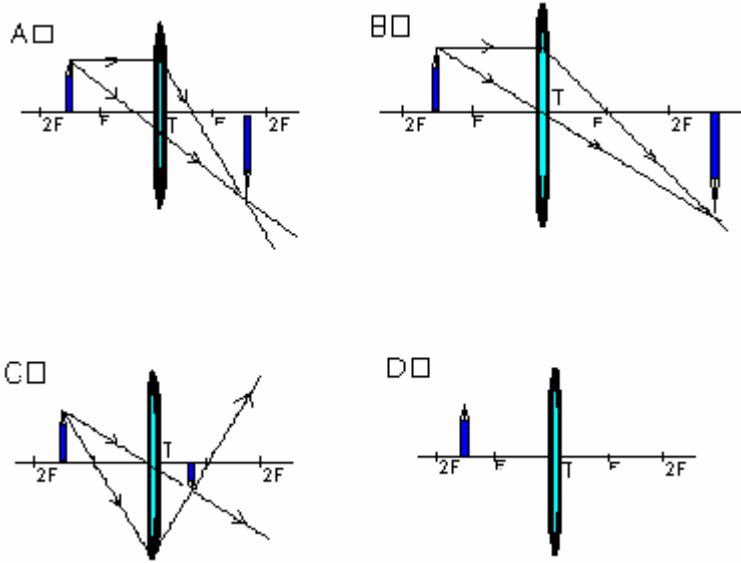
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.
- B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.
- C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- D) .....

**18.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 18.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)

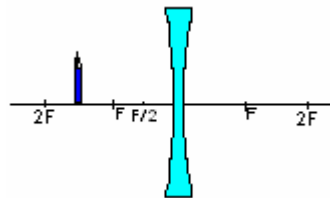


**18.3. Yukarıda 18.1 ve 18.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**19.1. Şekildeki kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?**

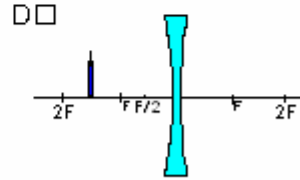
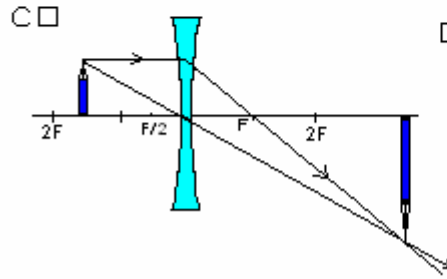
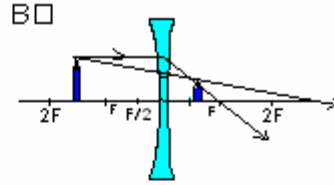
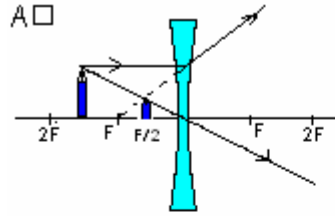
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.
- D) .....

**19.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 19.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?**

(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)



**19.3. Yukarıda 19.1 ve 19.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- A) Kesinlikle eminim.
- B) Eminim.
- C) Emin değilim.
- D) Kesinlikle emin değilim.

**Katıldığımız için teşekkür ederiz.**

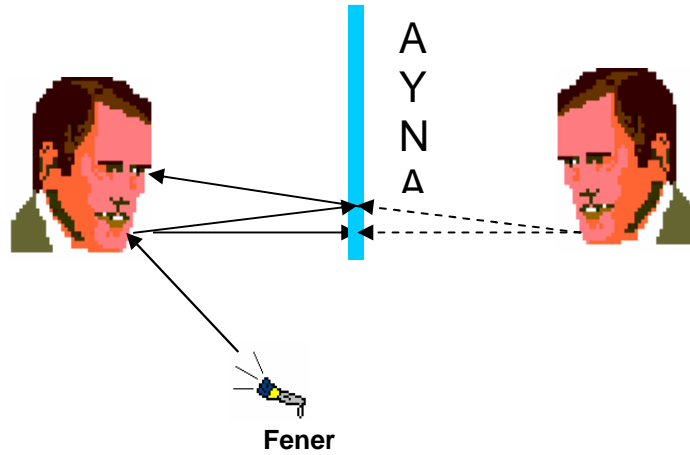


### EK 3: KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ

1. Soru: Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?

Yanılı: Öğrenciler karanlık bir yerde bir cismin aynada görülebilmesi için aynanın ya da ayna ile cismin bulunduğu bölgenin aydınlatılması gerektiğini düşünmektedirler.

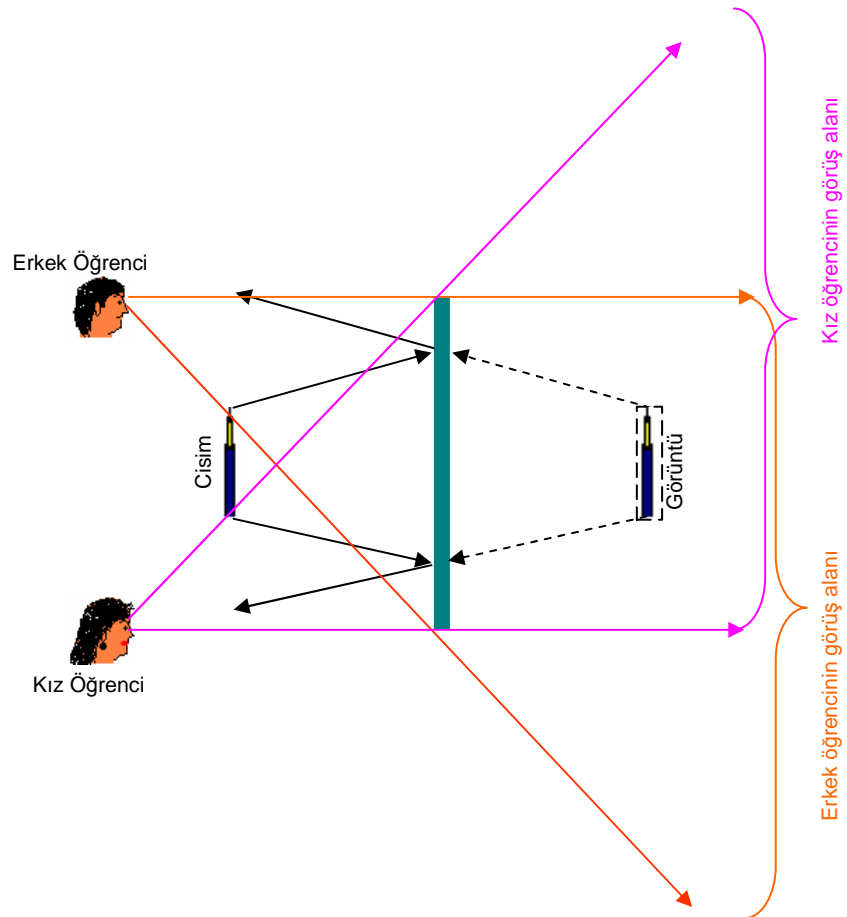
Bir cismin görülebilmesi için ışık ışınlarının cisimden göze gelmesi gereklidir. Aynaya bakan bir gözlemci için ışık ışınları cisimden, önce aynaya sonrada aynadan gözlemciye yansiyarak gelecektir.



2. Soru: Bir düzlem ayna ve bir kurşun kalem bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin görüntüsünün yeri için; Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) İki öğrenci tarafından da görülen görüntü yerleri aynıdır.
- B) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.
- C) Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.

Yanılı: Bir cismin görüntüsü gözlemcinin konumuna göre değişir. Görüntü gözlemcinin bakış doğrultusundadır.

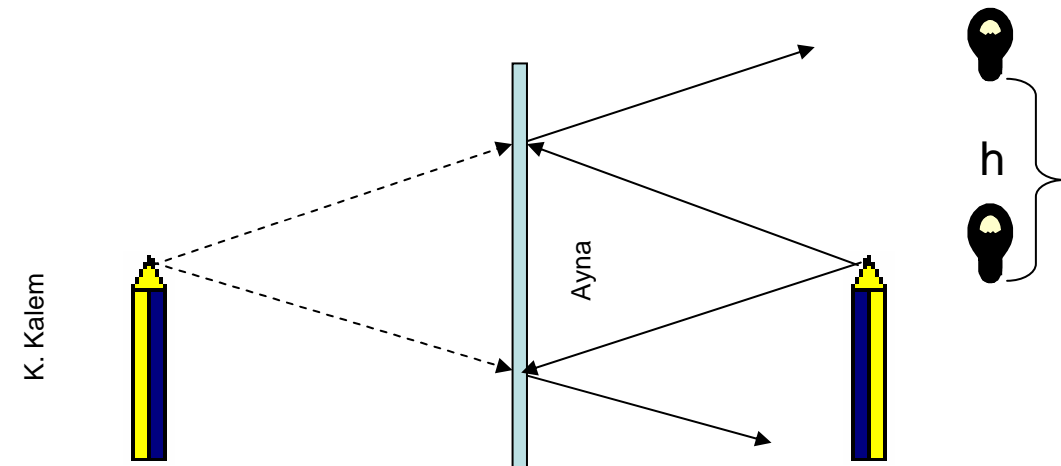
Bir cismin düz aynadaki görüntüsü yansıma yasalına göre belirlenir. Yansıma yasalarına göre bir cismin düzlem aynadaki görüntüsü cisimden düz aynaya giden ışık ışınları sayesinde meydana gelmektedir. Dolayısıyla görüntünün konumu gözlemcinin konumuna değil, cismin bulunduğu konuma bağlıdır. Gözlemci görüş alanında oluşan görüntüleri görebilir. Aşağıdaki şekilde olduğu gibi düz aynanın tam orta noktası doğrultusunda olan bir cisim düzlem aynanın arkasında ve yine düz aynanın tam orta noktası doğrultusunda olacaktır.



3. Soru: Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir odada gerçekleştirilmektedir. Lambadan başka bir ışık kaynağının olmadığı bir odada gözlemci aynada kurşun kalemin görüntüsünü görmektedir. Eğer lamba “h” kadar yuları kaldırılırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?

Yanılı: “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü de yukarı kayar.” ve “Işık kaynağı bulunduğu konumdan daha yukarı kaldırılırsa cismin görüntüsü aşağı kayar.”. Öğrenciler bir cismin düz aynadaki görüntüsünün konumun ışık kaynağının konumuna bağlı olarak değişeceğini düşünmektedirler.

Bir cismin düz aynadaki görüntüsü, ışık ışınlarının cisimden aynaya gelerek yansıma yasalarına uygun şekilde yansımından elde edilir. Işık kaynağı, sadece cismin üzerine ışık gelebilecek konumda olmalıdır. Işık ışınları bir kere cisim üzerine düştükten sonra bu ışınlar düz aynada yansıma yasalarına göre yansıtacak ve görüntü böylece oluşacaktır. Işık kaynağı h kadar yukarı kaldırılırsa veya aşağı indirilse de görüntünün yeri değişmeyecektir. Aşağıdaki şekil ışık kaynağının kaldırıldığı durumda cismin görüntüsünün oluşumunu açıklamaktadır.

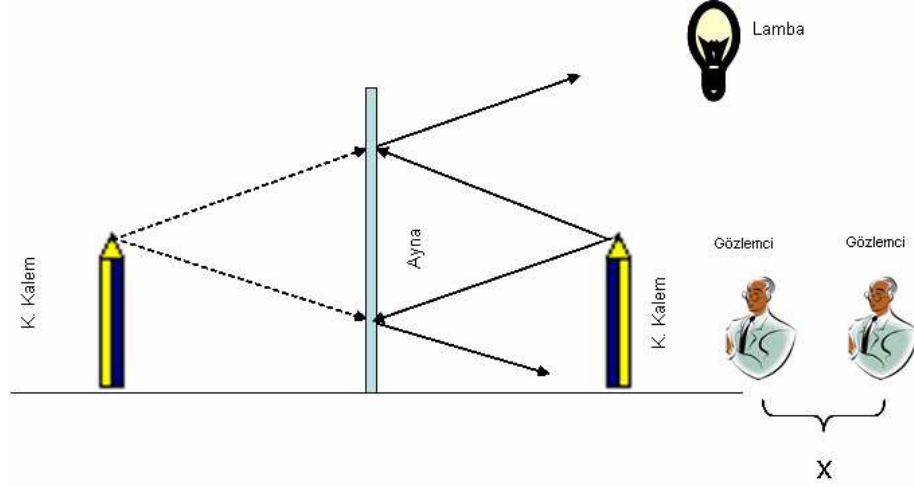


4. Soru: Bir kurşun kalem masa üzerinde durmakta olan bir aynanın önüne dik olarak yerleştirilmiştir. Gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir. Gözlemci aynadan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
- A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.  
B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.  
C) Görüntünün yeri değişmeyecektir”

Yanılı: Öğrenciler bir cismin düz aynadaki görüntüsünün konumunun gözlemcinin konumuna bağlı olduğunu düşünmektedirler.

Bir cismin düz aynadaki görüntüsü cisim üzerine düşen ışık ışınlarının düz aynada yansıma yasalına göre yansımından sonra oluştuğundan dolayı gözlemci uzaklaşsa da yakına gelse de cismin yeri sabit kaldığı sürece görüntünün yeri de değişmeyecektir. Gözlemcinin uzaklaşması sadece perspektif ilkeleri gereğince görüntü üzerinde etkili olur. Cismin boyu ya da konumu değişmedikçe görüntünün boyu ya da konumu da değişmeyecektir.

Yansıma olayında en önemli sonuç, yansıma sonucu oluşan görüntülere ait özelliklerle ilişkilidir. Yansıma sonucu oluşan cismin görüntüsü gözlemcinin konumunun değişmesinden bağımsızdır. Çünkü yansıma sonucu oluşan görüntü, cisimden gelen ışınların yansıması nedeniyledir. Gözlemciden gelen hiçbir ışık ışını görüntünün oluşmasına katkıda bulunamaz. Aşağıdaki şekilde gözlemcinin konumu değişse bile görüntünün özelliklerinin değişmediği görülmektedir.



5. Soru: Aydınlık bir ortamda beyaz bir top bir düzlem aynanın önüne yerleştirilmiştir. Gözlemci beyaz bir topun görüntüsünü düzlem aynada görebilmektedir. Sonra beyaz top siyah bir topa değiştirilir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.
- A) Gözlemci siyah topu aynada görebilir.  
B) Gözlemci siyah topu aynada göremez.

Yanıtı: Siyah cismin görüntüsü görülemez.

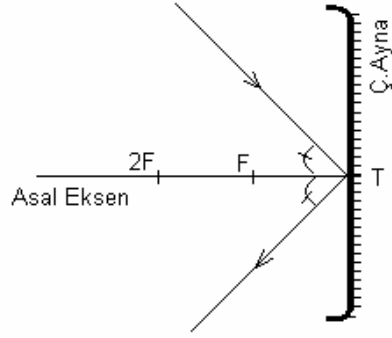
Siyah cisimler bir ışık kaynağının olduğu ortamda gözle görülebilirler. Çünkü siyah cisimler kendi üzerine düşen ışık ışınlarını tamamen soğuramaz. Bu ışınların bir kısmı cisimden göze gelir ve siyah cisim gözle görülebilir. Gözle görülebilen bir cisim kendi üzerine düşen ışık ışınlarını yansıtabiliyor demektir. Aynanın önündeki siyah bir cisim için de durum aynıdır. Işık ışınları siyah cisimden aynaya sonrada aynadan yansıtılarak göze gelirler ve böylece aynada görülebilirler. Zaten böyle olmasaydı siyahı hiçbir cisim üzerinde göremezdik.

6. Soru: Bir ışık kaynağından çıkıp şekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?
- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.  
B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.  
C) Çukur aynada yansıtılarak yoluna devam eder.

Yanılığı: Çukur aynaya gelen ışık ışınları doğrultu değiştirmeden çukur aynanın arkasına geçerler.

Aynalar yansıtıcı yüzeylerdir. Yansıma kavramı ışık ışınlarının yansıma yasalarına uygun olarak bulunduğu ortama geri dönmesi için kullanılır. Ayna ise bir yüzü gümüş vb. metalik boyalarla sırlanmış pürüzsüz saydam yüzeylerdir. Cisimler böyle bir saydam cismin önüne konulur ve görüntüleri aynanın eğrilik durumuna göre ve cismin bulunduğu noktaya göre ya cismin bulunduğu tarafta veya diğer tarafta meydana gelir. Çukur (konkav) aynaları sonsuz kk düzlem aynaların belli bir noktadan aynı uzaklıkta yerleşmiş bir ayna olarak incelemek gerekir. Bu aynalarda asal eksene paralel gelen ışık ışınları demeti asal eksen üzerinde (küresel sapınlar göz ardı edilirse) belli bir noktada toplanırlar. Işık ışınlarının odaklandığı bu noktaya çukur aynanın odak noktası denir. Odak noktası asal eksen üzerinde ya da yardımcı asal eksen üzerinde “F” ile belirtilir. Çukur (konkav) aynaya “2F” kadar uzaktaki noktalar dairesel olarak düşünülen aynanın merkezidir. Çukur (konkav) aynaya gelen ışık ışınlarının aynaya geldikten sonraki çizimsel yolunu belirlemek için yukarıda belirtildiği gibi aynayı sonsuz kk düzlem aynaların bileşimi olarak ele almak ve burada yansıma yasalarını uygulamak yeterlidir. Ayrıca,  $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  Ayna formülünü uygulayarak ışık ışınlarının aynadan yansdıktan sonra asal ekseni kestiği nokta ya da görüntünün asal eksen üzerindeki yeri bulunabilir. Bu formül uygulanırken, eğrilik yüzeyinin merkezinin bulunduğu taraf pozitif ise eğrilik yüzeyinin arkasında kalan bütün noktalar negatif işaretili olarak alınmalıdır.

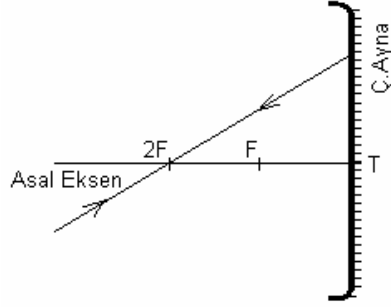
Çukur aynanın tepe noktasına herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıda şekilde gösterilmiştir.



7. Soru: Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın merkezi doğrultusunda çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?
- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder.
- D) Çukur aynadan yansıyarak yoluna devam eder.

Yanıtı: Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın merkezi doğrultusunda çukur aynaya gelen ışık ışını çukur aynadan yansıdıktan sonra odak noktasından geçer.

Çukur aynalar bir küre yüzeyinden kesildikten sonra dış yüzeyi sırlanarak yapılmış optik aletlerdir. Bu nedenle merkez noktasından gelen her ışık ışını aynaya dik doğrultuda düşecektir. Çukur aynalar aynı zamanda sonsuz küçük düzlem aynaların birleşiminden oluştuğu için düzlem aynalarda olduğu gibi yansıma yasalarına uygun bir yansıma gerçekleşecektir. Yansıma yasalarına göre; dik doğrultuda aynaya gelen ışık ışınları normale aynı doğrultuda olacaklardır ve ayna yüzeyinden yine aynı doğrultuda ve zıt yönde yansıyacaklardır.



2F noktasından geçerek çukur (konkav) aynaya gelen ışık ışınları kendi üzerine yansır.

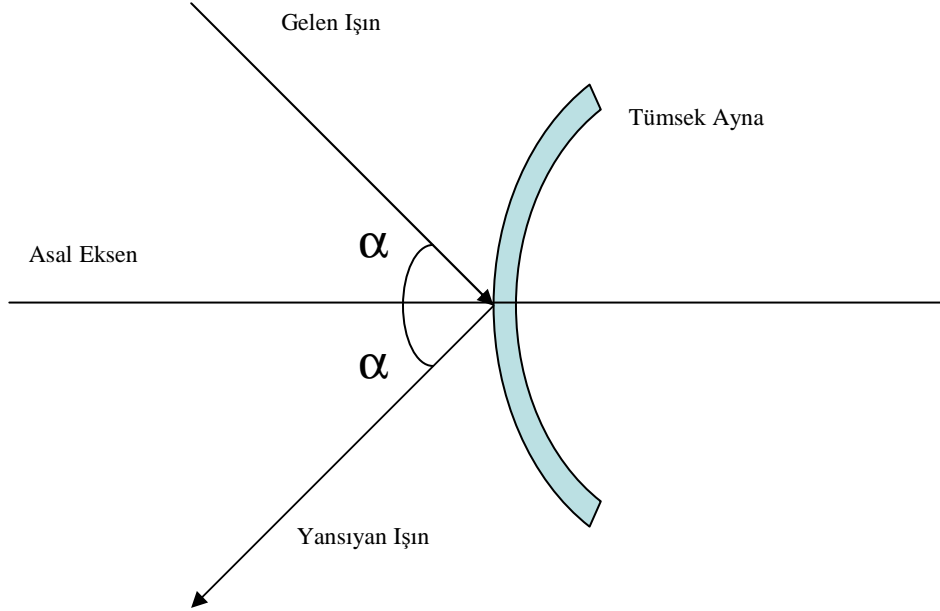
8. Soru: Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir açıyla gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.

Yanıtı: Tümsek aynada özel ışıklardan biri olan tümsek aynaya tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını tümsek aynada kırılır.

Tümsek aynalar yansıtıcı yüzeyi tümsek olan küresel aynalardır. Genel olarak cam bir küreden kesilen bir parçanın iç yüzeyi sırlanarak ya da metal bir kürenin dış tarafı küresel bir ayna olarak kullanılabilir. Bir küre sonsuz küçük düzlemlerin birleşiminden oluşmuş olarak düşünülebilir. Tümsek aynanın asal eksenine ise bu sonsuz düzlemin normali olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla bir tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını, yasama yasaları gereğince normalle (asal eksen) aynı açıyı (geliş açısı) yaparak yansır. Tümsek aynanın tepe noktasına düşen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



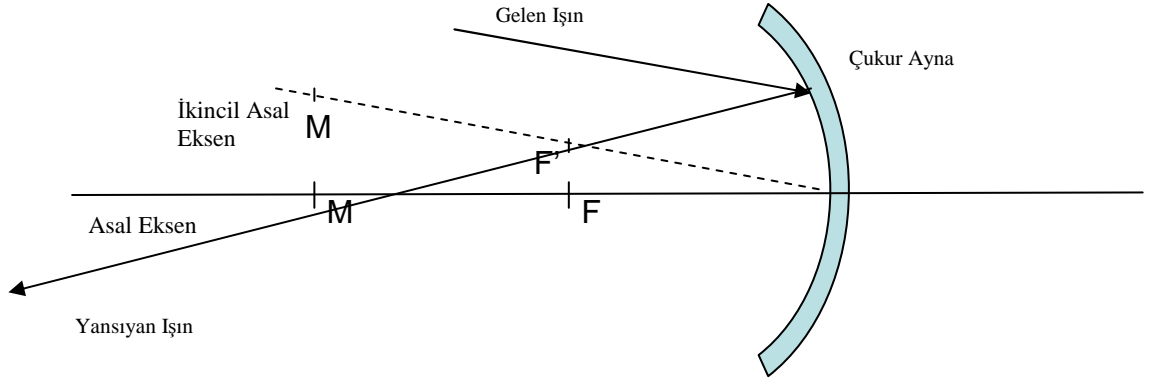


9. Soru: Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.”

Yanılı: Çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını odak noktasına yaklaşarak yansır.

Çukur aynaya herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışınının izlediği yol bu ışın temel alınarak çizilen bir ikincil asal eksen yardımıyla bulunabilir. Gelen ışına çizilen paralel bir çizgi üzerinde hem ikincil odak noktası hem de ikincil merkez, birincil odak noktası ve birincil merkezin dik uzantıları alınarak bulunur. Böylece ikincil asal eksen üzerinde de odak noktası ve merkez noktası belirlenmiş olur. Artık gelen ışık ışını ikincil asal eksene paralel gelen bir ışık ışınıdır ve ikincil asal eksene paralel gelen bu ışık ışını birincil asal eksene paralel gelen bir ışık ışını gibi ikincil asal eksenin odak noktasından geçerek yansır. Aşağıdaki şekil bu ışık ışınının izlediği yolu göstermektedir.

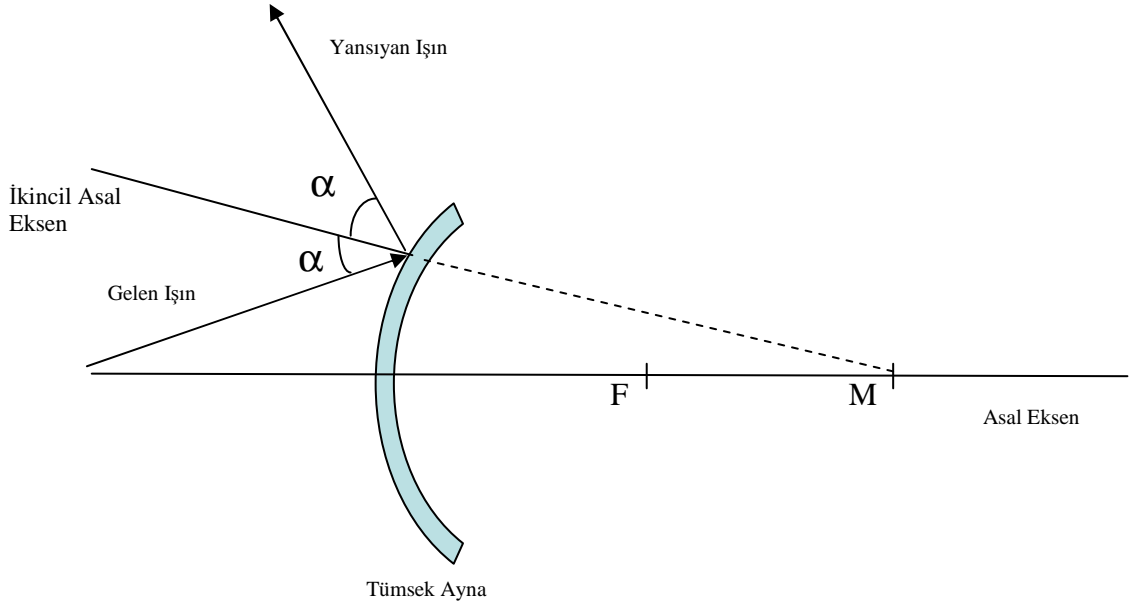


10. Soru: Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

- A) Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.
- B) Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.
- C) Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.”

Yanıtı: Bir tümsek aynanın tepe noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını uzantısı tümsek aynanın odak noktasından geçecek şekilde yansır.

Tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışınının izlediği yol, tümsek aynanın merkezi temel alınarak çizilen bir ikincil asal eksen yardımıyla bulunabilir. Tümsek aynanın merkezinden gelen ışına çizilen bir çizgi tümsek ayna için ikincil bir asala eksen görevi görür. Böylece gelen ışın, tümsek aynanın ikincil asal eksenine değme noktasında (ikincil tepe noktası) her hangi bir açı ile düşen bir ışın gibi düşünülebilir. Dolayısıyla tepe noktasına her hangi bir açıyla düşen ışık ışını ikincil asal eksenle aynı açığı yapacak şekilde yansır. Aşağıdaki şekil bu ışık ışınının izlediği yolu göstermektedir.



11. Soru: Bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur. Tümsek aynada kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur?

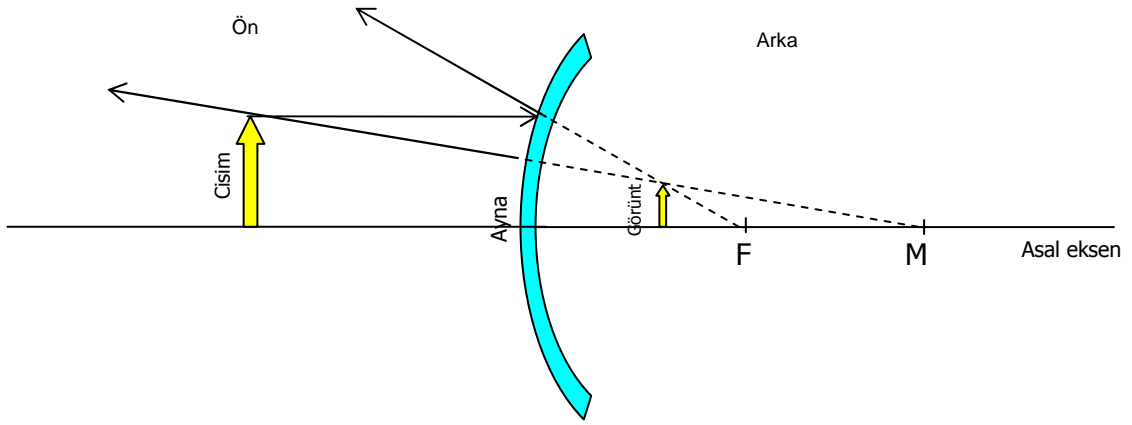
- A) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur.
- B) Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur
- C) Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.
- D) Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.

Yanılı: Tümsek aynanın önünde bulunan bir cismin görüntüsü gerçek ve ters oluşur.

Tümsek aynada görüntü oluşumu için tümsek ayna için tanımlanan özel ışınlar yardımıyla bulunabilir. Görüntünün yeri ise  $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  formülü ile bulunabilir. Bu

formül uygulanırken tümsek aynanın eğrilik merkezinin bulunduğu taraf negatif seçilmişse aynanın diğer tarafında kalan bütün noktalar pozitif işaretli olarak alınmalıdır. Görüntü her zaman özel ışınların uzantıları ile oluşacağı için sanaldır ve özel ışınların uzantıları odak noktasından önce kesişeceği için görüntünün yeri aynanın arkasında odak ile ayna arasında olur. Bu şekilde tümsek aynalarda oluşan görüntülerin özellikleri her zaman aynıdır ve tektir. Yani; bir cismin tümsek ayandaki görüntüsünün

özellikleri her zaman düz, sanal, küçük ve aynanın arkasında oluşur.  $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  formülü uygulandığında {"f" (odak noktası) negatif, "s" (cismin bulunduğu konum) pozitif alınarak, "s'" (görüntünün bulunduğu konum)} s' negatif işaretli yani aynanın eğrilik yarıçapının bulunduğu tarafta bulunacaktır. Aşağıda şekilde bir cismin tümsek aynadaki görüntüsü görülmektedir.



12. Soru: Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez?

- A) Dalgaboyu değişmez.
- B) Frekansı değişmez.
- C) Hızı değişmez.
- D) Şiddeti değişmez.

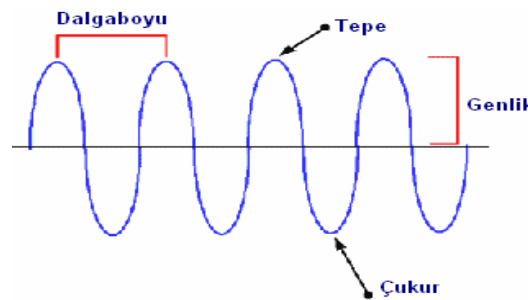
Yanılgılar:

1. Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken dalgaboyu değişmez.
2. Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken hızı değişmez.
3. Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken şiddeti değişmez.
4. Işık başka bir saydam ortama girdiğinde frekansı değişir.

**Işık bir çeşit enerjidir. Dalga modeli yansıma, kırılma, dağınım, kırınım ve girişim olaylarını çok iyi açıklar. Parçacık modeli ise ışığın basınç ve momentumunu açıklamada gereklidir. Gerçekte, parçacık modeli olmaksızın fotoelektrik olayı açıklamak ta mümkün değildir.**

Işık dalgaları elektromagnetiktir ve titreşen bir elektrik alan ile, ona dik ve aynı fazda titreşen bir magnetik alandan ibarettir. Elektromagnetik dalgaların en bilinen şekli olan **görünür dalgalar**, insan gözünün görebildiği spektrum kısmı olarak tanımlanır. Işık, atom ve moleküllerin yeniden düzenlenmeleri ile oluşur.

- Boşlukta enerji taşır. (radyant enerji olarak ta bilinir.)
- Görünür ışık, dental X-Işınları, radyo dalgaları, yanan bir kaynaktan yayılan ısıyı kapsar.
- Belirli temel karakteristikleri vardır.
- Hepsi vakum ortamında  $3.00 \times 10^8$  m/s ("Işık hızı") hız ile hareket eder.
- "dalgalı" özelliğe de sahiptir.
- Parçacık özelliğinden dolayı momentum taşırlar bu nedenle yüzeyler üzerine basınç uygulayabilirler.
- Kuantumlanma modeline göre; bir ışık dalgasının enerjisi "foton" adı verilen enerji paketlerinde bulunur. Böylece enerji kuantumlanmış olur. (Kesikli paketler halinde bulunan herhangi bir nicelik kuantumlanmıştır.)

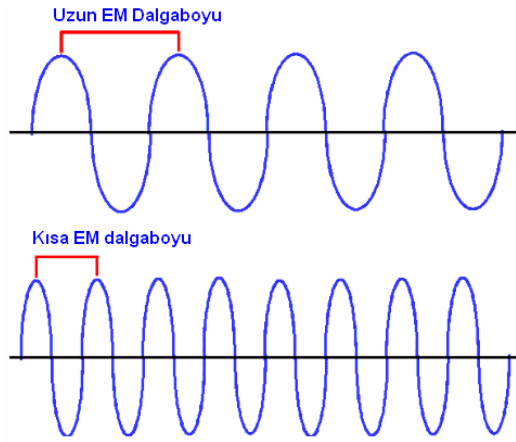


Şeki 1: Elektromagentik Bir dalga

- Verilen bir noktadan 1 saniyede geçen bir tam dalgaboyu sayısı, yada devir sayısı dalganın frekansıdır.

$$(\text{Frekans} = \text{Devir} / \text{saniye})$$

- Elektromagnetik ışınım hem *elektrik* hem de *magnetik* özelliklere sahiptir. Elektromagnetik ışınımın dalgasal özelliği, bu bileşenlerin periyodik salınımları yüzündendir.
- Elektromagnetik radyasyona bir *frekans* ve bir *dalgaboyu* atanabilir.
- Bütün elektromagnetik radyasyonlar aynı hızda (ışık hızı) hareket ettiklerinden *dalgaboyu ile frekans arasında bir bağıntı vardır.*



Şekil 2. Elektromagnetik dalgalarda dalgaboyu değişimi

- Eğer *Dalgaboyu uzun ise*, verilen bir noktadan saniyede geçen devir sayısı daha az olacak, dolayısıyla *frekans düşük* olacaktır.
- Eğer *dalgaboyu kısa ise*, verilen bir noktadan saniyede geçen devir sayısı daha çok olacak, dolayısıyla *frekans yüksek* olacaktır.
- Bu nedenle, *dalgaboyu ve frekans arasında bir ters orantı vardır.*

$$\text{frekans} = \left( \frac{1}{\text{dalgaboyu}} \right) * \text{ışık hızı}$$

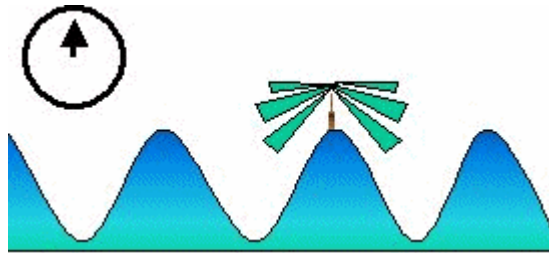
$$v = \left( \frac{1}{\lambda} \right) * c$$

$$v\lambda = c$$

- (frekans [nu] \* dalgaboyu [lambda]) sabittir (c)

Bir dalganın hızı nedir?

Bir sahilde geçen okyanus dalgalarını seyrettiğinizi ve dalgaların hızını öğrenmek istediğinizi düşünün. Referans noktası olarak uzak bir kıyıda üzerinde Palmiye ağacı olan bir ada vardır. Bir dakikada ağacın önünden geçen dalgaların sayarsınız.

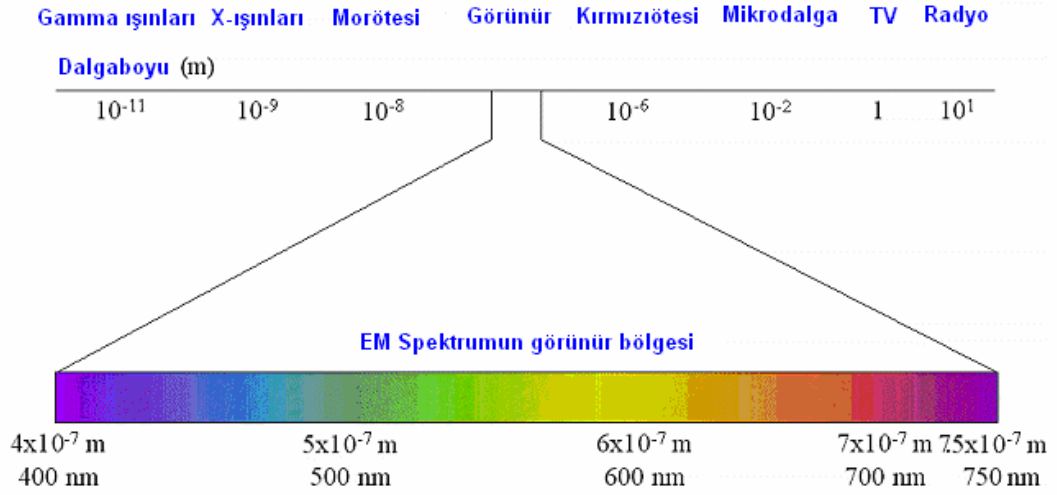


Şekil 3: Bir dalganın hızı.

Bu durumda, ağacın önünden bir dakikada iki tepe noktası (iki dalgaboyu) geçer. Dolayısıyla frekans, 2 dalgaboyu/dakika' dır. Eğer tepe noktaları arasındaki uzaklığı ölçersek (örn. Bir dalgaboyu) dalganın hızını belirleyebiliriz:

Dalganın hızı = (tepe noktaları arasındaki uzaklık) \* (frekans)

= (dalga boyu) \* (frekans)



Şekil 4: Elektromagnetik spektrum

Belirli bir dalga boyunu tanımlamak için seçilen uzunluk birimi elektromagnetik ışınımın tipine bağlıdır.

Çizelge 1: Elektromagnetik ışınımın tipi ve dalga boyu ilişkisi

Birim	Sembol	Uzunluk (m)	Radyasyon Tipi
Angstrom	Å	$10^{-10}$	X-ray
Nanometer	nm	$10^{-9}$	UV, görünür
Micrometer	m	$10^{-6}$	Infrared
Millimeter	mm	$10^{-3}$	Infrared
Centimeter	cm	$10^{-2}$	Mikrodalga
Meter	m	1	TV, radyo



EM dalgaboyu bölgesi oldukça dramatiktir.

- *Gamma-ışınlarının dalgaboyu* ( $<0.1 \text{ \AA}$ ) *atom çekirdeklerinin çapı* mertebesindedir.
- Bazı radyo dalgalarının uzunluğu bir futbol sahasının uzunluğundan daha büyük olabilir.

### Frekans

- Frekans birimi **hertz (Hz)** olarak bilinen *devir /saniye'* dir.
- Genellikle 'devir' atılarak *frekans* birimi  $s^{-1}$  alınır.

**Örnek:** Sodyum (Sodium) buharı lambaları bazen sokak aydınlatılmasında kullanılır. Bu lambalar 589 nm dalgaboylu yeşilimsi ışık yayarlar. Bu ışımının frekansı nedir?

$$\text{frekans} \cdot \text{dalgaboyu} = \text{ışık hızı}$$

$$\text{frekans} = \text{ışık hızı} / \text{dalgaboyu}$$

$$= (3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) / (589 \times 10^{-9} \text{ m})$$

$$= 5.09 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

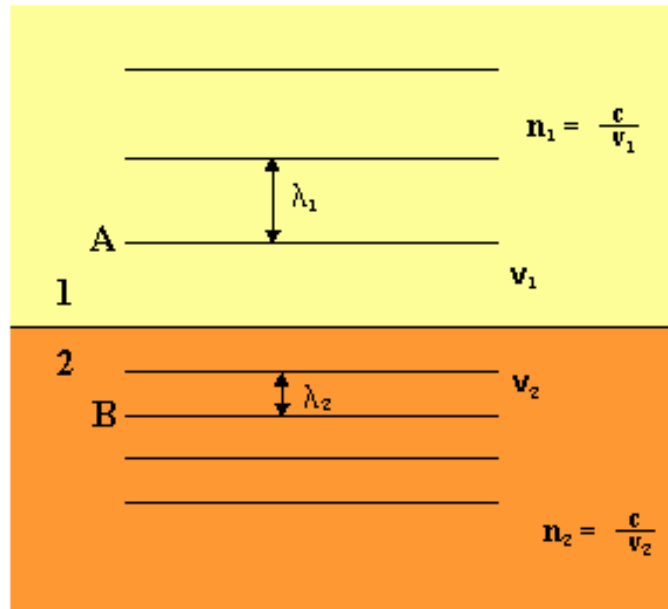
$$= 5.09 \times 10^{14} \text{ devir/saniye yada } \mathbf{5.09 \times 10^{14} \text{ hertz}}$$

Işık hızı her ortamda aynı değere sahip değildir. Bu durum farklı bir ortama giren hareketlinin durumu ile benzerlik gösterir. Örneğin asfalt yoldan toprak yola giren araçların hızının yavaşlaması gibi.

Işığın dalgasal özelliği gereği bulunduğu ortamdan başka bir ortama geçerken dalgaboyu da değişir. Ancak frekansı değişmez. Sisli havalarda görüş alanımızın daralması ve ancak yakındaki cisimleri görebilmemiz bunun en iyi örneğidir.

Işık ışınları madde ile etkileştiğinde (eğer madde saydam yada yarısaydam bir madde ise) bulunduğu ortamdan başka bir ortama girmiş olurlar. Bu nedenle madde ışık için kırılma indisi farklı bir yayılma ortamıdır. Böylece her saydam maddenin bir kırılma indisi vardır.

Aşağıdaki şekilden de görülebileceği gibi kırılma indisi daha büyük olan ortamda dalga cephelerinin hızı azalırken aynı oranda dalga cephelerinin dalgaboyları da azalır. Ancak ışık bir ortamdan diğerine ilerlerken frekansı değişmez. Dalga cepheleri, 1. ortamdaki A noktasında bulunan (şekil) gözlemciyi belirli bir frekans ile geçip 1. ve 2. ortamlar arasındaki sınıra gelmektedirler. 2. ortamdaki B noktasında bulunan gözlemciyi geçen dalga cephelerinin frekansı, 1. ortamdaki A noktasına ulaşan dalga cephelerinin frekansına eşit olmalıdır. Eğer bu böyle olmasaydı, ya dalga cepheleri sınırdan bulunacaklar, veya sınırdan yok olacaklar, ya da yaratılacaklardır. Bunun böyle olması için herhangi bir mekanizmanın olmayışı nedeniyle, ışık ışını bir ortamdan diğerine geçerken, frekans sabit olmalıdır.



Şekil 5: Işık bulunduğu ortamdan başka bir ortama girdiğinde frekansı değişmez (Serway, Beichner 2002)

Bundan dolayı,  $v = f\lambda$  bağıntısının her iki ortamda da geçerli olması ve  $f_1 = f_2 = f$  olması nedeniyle,

$v_1 = f\lambda_1$  ve  $v_2 = f\lambda_2$  olduğunu görürüz. Burada alt indisler her ki ortama atfedilirler. (Serway 2002)

Bir ortamın kırılma indisi dalgaboyu ile değişir.

$n = \frac{\lambda_0}{\lambda_n}$  ile verilir. Burada  $\lambda_0$ , boşluktaki dalgaboyu,  $\lambda_n$  ise ortamdaki dalgaboyudur.

Yine yoğun saydam ortamlar, ışık ışınları için filtre görevi görürler. Yani yoğun saydam ortamlar ışığın dalgaboyunu değiştirir dolayısıyla ortam değiştiren ışık ışınlarının şiddeti de değişir.

Bir ortamdan başka bir ortama giren ışık ışınının;

- Dalgaboyu değişir,
- Hızı değişir,
- Şiddeti değişir.
- Ancak frekansı sabit kalır.

13. Soru: Havada ilerleyen bir ışık dalgası  $3 \times 10^8$  m/s hızla cam bloğa geçtiğinde hızı aniden  $2 \times 10^8$  m/s civarına düşer. Işık cam ortamından tekrar hava ortamına geçtiğinde hızı,

- A) yine  $3 \times 10^8$  m/s olur.
- B) merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur.
- C) birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.
- D)  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.

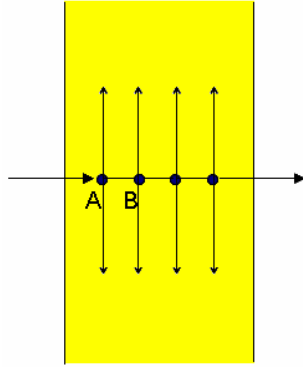
## Yanılgılar:

1. Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı, birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur.
2. Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse camda sahip olduğu hızı ile ilerler.
3. Havada ilerleyen bir ışık dalgası hava ortamından cam ortamına girip tekrar hava ortamına geçerse hızı azalır.

Bulunduğu ortamda ışık ışınlarının hızı sabittir. Boşlukta hızı  $3 \times 10^8$  m/s olarak ölçülmüştür. Işık havada ilerlerken hızı yaklaşık  $3 \times 10^8$  m/s olarak alınır, ama bu ışık bir cam bloğa girdiği zaman yaklaşık olarak  $2 \times 10^8$  m/s değerine düşer. Işık tekrar havaya çıktığı zaman, ansızın  $3 \times 10^8$  m/s olan başlangıçtaki değerine ulaşır. Bu durum örneğin bir merminin bir tahta bloğa doğru ateşlendiği zaman ortaya çıkan olaylardan oldukça farklıdır. Bu durumda, merminin hızı tahtadan geçerken azalmıştır, çünkü merminin başlangıçtaki enerjisinin bir bölümü tahta liflerini koparmada kullanılmıştır. Mermi tekrar havaya çıktığı zaman, tahta bloğu terk etmeden hemen önceki hız değerine sahiptir.

Işığın niçin böyle davrandığını anlamak için bir cam parçasına soldan giren bir ışık demetini gösteren aşağıdaki şekle bakalım. Cam içerisinde, şekilde A gibi noktada, ışık atoma bağlı bir elektrona çarpabilir. Işığın, atom tarafından soğurulduğunu varsayalım; bu olay elektronun salınım yapmasına neden olur (ayrıntı, çift başlı düşey oklarla gösterilmiştir). Salınan elektron, o zaman bir anten gibi davranır ve ışık demetini, ışığın tekrar soğurulduğu B noktasındaki bir atoma doğru ışıma yapar. Bu soğurma ışımaların ayrıntıları, kuantum mekaniği ilkeleri ile açıklanır. Işığın frekansı; elektronların, rezonans frekansı civarında salınmalarına neden olacak bir frekans değerinde olduğu zaman, genlik öylesine büyüktür ki, ortamın atomları birbirleriyle çarpışır ve ışık enerjisinin çoğu iç enerjiye dönüşür ve böylece ortam tarafından soğurulur. Farklı maddelerin elektronları farklı rezonans frekanslarına sahiptirler. Bu ise camdan geçen görünür ışığı niçin görebildiğimizi ve Güneş yanıklarına neden olan morötesi

frekansların camdan niçin geçemediklerini açıklar. Böylece, bulutlu bir havada camdan bakarken Güneş yanığımızın olmadığı halde, dışarıya çıktığımız zaman Güneş yanığı riskine maruz kalabiliriz. Işığın bir cam atomundan diğerine  $3 \times 10^8$  m/s hızıyla ilerlemesine karşın, ortaya çıkan soğurulma ve ışıma, madde içerisinde ortalama ışık hızının  $2 \times 10^8$  m/s değerine düşmesine neden olur. Işık bir kez havaya çıktığı zaman, soğurma ve ışıma sona erer ve ışığın hızı başlangıçtaki değerine ulaşır.



Şekil: Işığın, hava ortamı dışında, bir ortamdan diğerine geçişi. Noktalar elektronları ve dikey oklar ise elektron salınımlarını göstermektedir.

14. Soru: Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?
- A) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.  
 B) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.  
 C) Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.

Yanılgılar:

1. Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı daha uzakta görür.
2. Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda baktığında balığı aynı konumda görür.

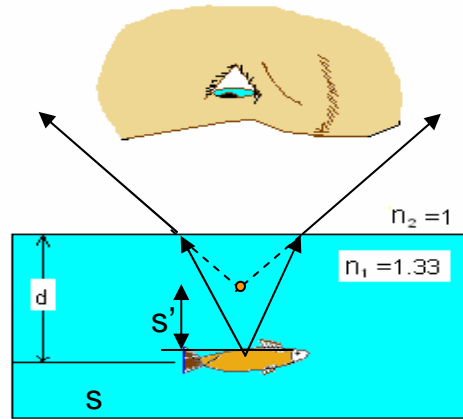
Kırılma ile oluşan görüntüler için  $\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R}$  bağıntısı kullanılır. Kırıcı yüzey düzlemsel olduğu için, R sonsuzdur. Buradan, görüntünün yerini belirlemek için

$\frac{n_1}{s} = -\frac{n_2}{s'}$  ve  $s' = -\frac{n_2}{n_1} \cdot s$  formülü elde edilir. Işınlardan çıktığı yüzey tarafı ön taraf

olarak alınırsa gerçek görüntüler, yüzeyin arkasındaki kırılma ile oluşturulurlar. Bu durum gerçek görüntülerin yansıtıcı yüzeyin önünde olduğundan aynalardaki duruma terstir. Dolayısıyla yeni işaretler; cisim yüzeyin önünde olursa (gerçek cisim)  $s$  pozitif, görüntü yüzeyin önünde ise (sanal görüntü)  $s'$  negatiftir. Cisim yüzeyin arkasında ise (sanal cisim)  $s$  negatif görüntü yüzeyin arkasında (gerçek görüntü) pozitiftir. Bu soru için  $s$  pozitif olduğu için görüntü aşağıdaki kesik çizgilerle gösterildiği gibi sanaldır. Görünen derinlik gerçek derinliğe daha yakındır. Zaten denklemden de anlaşılacağı üzere kırılma indisleri pozitif sayılardır ve su ortamının kırılma indisi daha büyüktür.

Sonuç olarak  $s'$  negatiftir  $s' = \frac{3}{4} \cdot s$  değerine sahiptir. yani  $s' < -1$ 'tir. Yani görüntü

sanal, cismin bulunduğu tarafta ve cisimden (gerçek konumundan) daha yakındadır. Günlük deneyimlerimizden de hatırladığımız gibi bardaktaki suyun içinde bulunan bir metal paraya baktığımızda onu daha yakında görürüz.



15. Soru: Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

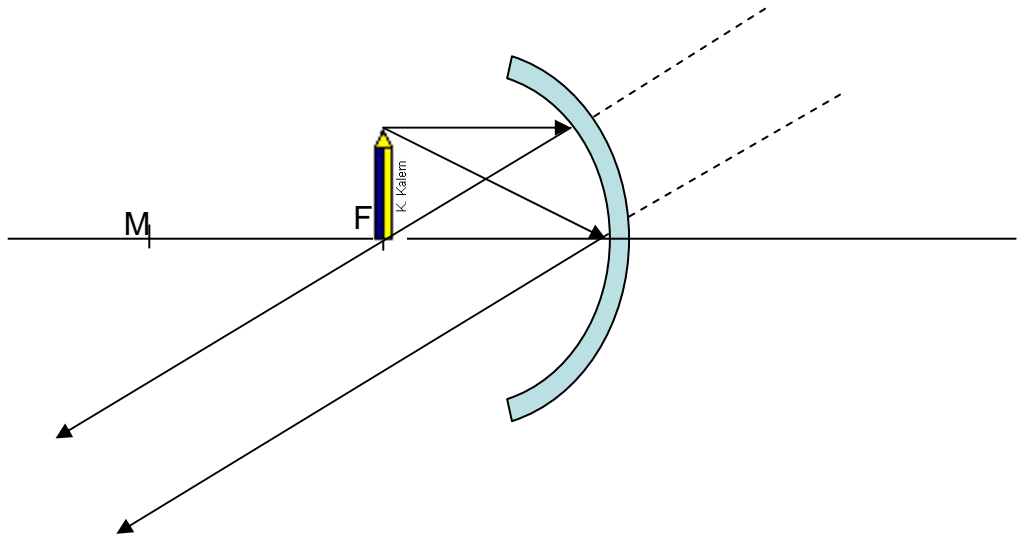
- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.

B) Görüntü, sonsuzda oluşur.

C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.

Yanıtı: Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü görülebilir.

Çukur aynalar, ışığı içteki çukur yüzeyinden yansıttığı için çukur ayna olarak adlandırılırlar. Görüntünün oluşumu, maddenin yüzeyinden yansıyan ışıklardan kaynaklanır. Çukur aynalar için tanımlanan ve cisimden çıkarak çukur aynaya gelen özel ışıklardan en az ikisinin kendileri ya da uzantılarının kesişmesi ile görüntü oluşur. Üçüncü özel ışınların çizimi kontrol amacı taşır. Böyle iki ışın kullanıldığında çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir cisim için bu ışınların birbirine her zaman paralel oldukları görülür. Paralel ışınlar birbirlerini sonsuzda kesen ışınlar olarak ta bilinir. Dolayısıyla aşağıdaki şekilde de olduğu gibi görüntü de sonsuzda oluşacak yani, görülemeyecektir. Ayrıca  $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  formülü ve aynalar belirlenmiş işaret anlaşmaları uygulanarak görüntünün yeri belirlenebilir. Bu durumda  $s = f$  olacağı için  $s'$  de sonsuz değerini alacaktır. Yani görüntü sonsuzda oluşacaktır.

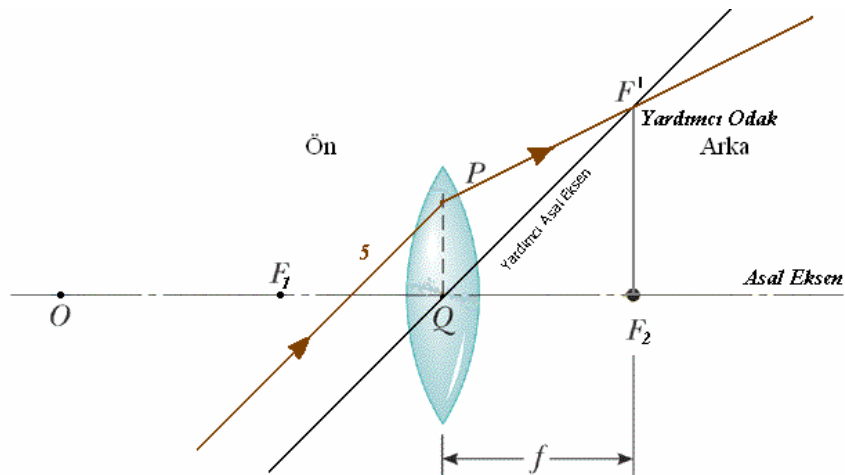


16. Soru: Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) İnce kenarlı merceğin ikincil odağında geçerek kırılır.
- B) İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- C) İnce kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.

Yanılığ: Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışını, asal eksene paralel olarak kırılır.

İnce kenarlı merceklerde ışınları bir noktada toplayan ve bu nedenle yakınsak mercek olarak ta adlandırılan merceklerdir. Işık ışınlarının ince kenarlı merceklerde kırılması asal eksen temel alınarak çizildiği için böyle bir merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınları için de asal eksenden yararlanılması gerekir. Ancak mevcut asal ekseni herhangi bir doğrultuda merceğe gelen ışın için kullanmak elverişli değildir. İkincil asal eksen olarak bilinen ikinci bir asal eksen gelen ışına paralel olarak çizilir ve ikincil asal eksenin odak noktaları ilk asal eksenden ikincisine çıkılan dikmelerle bulunur. Artık ikincil asal eksene paralel gelen ışık ışını, aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi merceğin diğer tarafında ikincil asal eksenin odağından geçecek şekilde kırılır.



Şekil: İnce kenarlı merceğin herhangi bir noktasına herhangi bir doğrultuda düşen ışık ışınının izlediği yol



17. soru: Bir ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?

- A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.
- B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.
- C) Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.

Yanılgılar:

1. Herhangi bir ışık kaynağından çıkarak kalın kenarlı merceğe odak noktasının yarısı doğrultusunda düşen ışık ışını kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.

2. Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.

Kalın kenarlı mercekler ışık ışınlarını dağıtarak kırdıkları için ıraksak mercekler olarak ta adlandırılırlar. Kalın kenarlı merceklerde özel ışınlar kalın kenarlı merceğin asal

ekseni ve odak noktaları esas alınarak çizilir. Ayrıca  $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  mercek denklemi

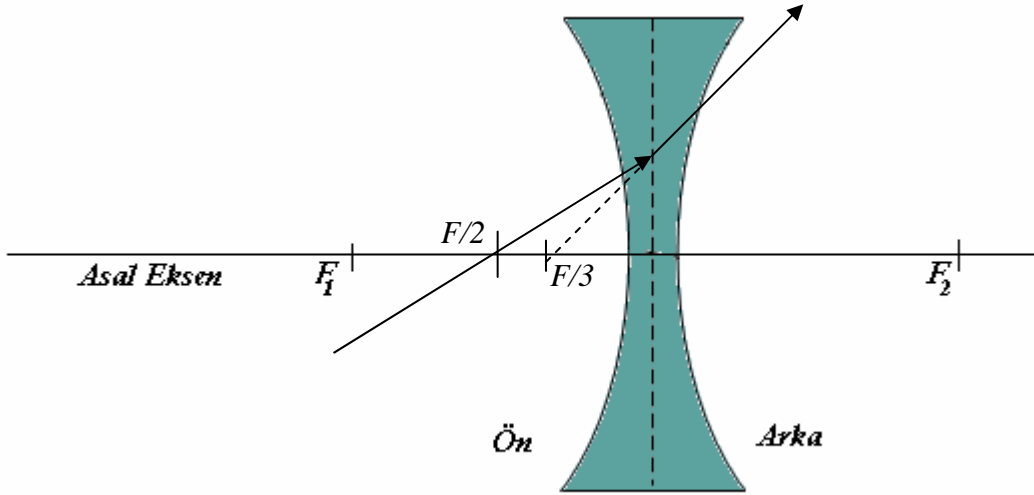
kullanılarak ta bu ışının asal eksenini kestiği nokta belirlenebilir. Işık bir mercekte her iki yönde de ilerleyebildiği için, her bir mercek iki odak noktasına sahiptir. Bunlardan birisi bir yönde geçen ışık ışınları için, diğeri ise öteki yönde geçen ışınlar içindir.  $F_1$  odak noktasına bazen cisim odak noktası ve  $F_2$  odak noktasına da görüntü odak noktası denir.

Yukarıdaki formülde s ve s' işaretlerini bulmak için aşağıdaki tablodan yararlanılır.

Ön	Arka
s pozitif s' negatif	s negatif s' pozitif
Gelen ışık →	Kırılan ışık →
Mercek yakınsaksa f pozitif Mercek ıraksaksa f negatif	

Tablo: İnce merceklerde işaret anlaşmaları.

$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$  denkleminde bu işaret anlaşmaları uygulandığı zaman ışık ışını önden geldiği için s pozitif, f negatif alınacaktır. Bu durumda  $s = \frac{f}{2}$  olduğundan dolayı  $-\frac{1}{f} = \frac{2}{s} + \frac{1}{s'}$  olacak, dolayısıyla  $s' = -\frac{f}{3}$  bulunacaktır. s' kalın kenarlı (ıraksak) merceğin ön tarafında negatif olduğundan bu ışının uzantısının  $\frac{f}{3}$  noktasından geçecek şekilde kırılması gerekir. Bu demektir ki kalın kenarlı bir merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda gelen ışık ışınının uzantısı asal eksenini merceğin ön tarafında odak uzaklığının 1/3'ü kadar uzakta keser. Aşağıdaki şekilde bu çizim gösterilmiştir.



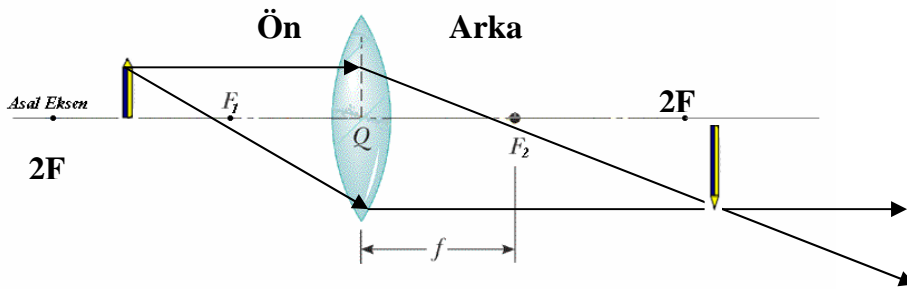
ŞEKİL: Kalın kenarlı bir merceğe yarı odak uzaklığı doğrultusunda gelen ışık ışınının izlediği yol.

18. Soru: İnce kenarlı bir mercekte 2F ile F arasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?
- A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.
  - B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.
  - C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.

Yanılığı: İnce kenarlı bir merceğin önünde  $F$ - $2F$  arasında bulunan cismin görüntüsü, ince kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi özel ışınlardan yararlanılarak  $F$ - $2F$  arasında ince kenarlı bir merceğin önünde bulunan bir cismin görüntüsü elde edilebilir. Cisim merceğin önünde  $2F$ 'in dışından başlayarak merceğe doğru yaklaştırılırsa görüntüsü küçük, gerçek ve ters olur ve merceğin arkasında  $F$  ile  $2F$  arasında  $2F$ 'e doğru büyüyerek yaklağır. Cisim merceğin önünde  $2F$ 'e ulaştığında görüntüsü de merceğin arkasında  $2F$ 'e gelir ve cismin boyu görüntününkine eşit olur. Bu durumda görüntü gerçek ve terstir.cisim merceğin önünde  $2F$ 'ten  $F$ ' e doru merceğe yaklaştırılarak hareket ettirmeye devam edilirse görüntüsü gerçek ve ters olarak büyümeye devam eder. Görüntünün boyu cismin boyundan daha büyük olur ve merceğin arkasında  $2F$ 'in dışına doğru hareket eder. Bu duruma göre cisim  $F$  ile  $2F$  arasında olduğu zaman görüntünün özellikleri:

Merceğin arkasında  $2F$ 'in dışında,  
Gerçek,  
Ters ve  
Cisimden büyük olur.



Şekil: İnce kenarlı mercede  $F$  ile  $2F$  arasındaki cismin görüntüsünün özellikleri

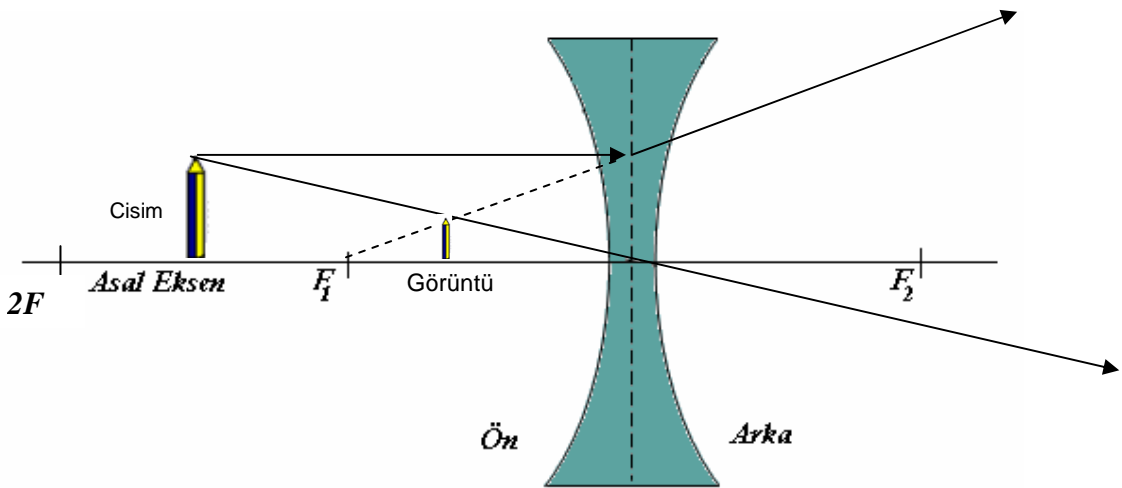
19. soru: Kalın kenarlı bir mercekte merceğin önünde  $F-2F$  arasında bulunan kurşun kalemin görüntüsü için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) Kalın kenarlı mercekte kurşun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.

Yanılı: Kalın kenarlı bir merceğin önünde  $F-2F$  arasında bulunan cismin görüntüsü, kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.

Kalın kenarlı merceklerde cisim nereye konulursa konulsun görüntü her zaman aynı özellikleri taşır. Kalın kenarlı merceklerde görüntünün özellikleri aşağıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere:

F ile optik merkez arasındadır,  
Sanaldır,  
Düz ve cisimden küçüktür.



Şekil: Kalın kenarlı (ıraksak) merceklerde görüntü oluşumu.

**EK 4: GEOMETRİK OPTİK KONULARI VE KAZANIMLARI****KONULAR****BÖLÜM 1: IŞIĞIN DOĞASI VE GEOMETRİK OPTİĞİN YASALARI**

- 1.1 Işığın Doğası
- 1.2 Işık Hızının Ölçülmesi
- 1.3 Geometrik Optikte Işın Yaklaşımı
- 1.4 Yansıma ve Kırılma
- 1.5 Dağınım ve Prizmalar
- 1.6 Huygens İlkesi
- 1.7 Tam Yansıma
- 1.8 Fermat İlkesi

**AMAÇ 1. Işığın doğası hakkında bilgi edinebilme.****KAZANIMLAR:**

1. Işık kaynaklarını görebilme veya söylenenlerden ışık kaynaklarını seçme.
2. Işığın ikili doğaya sahip olduğunu kavrama.
3. Işığın tanecik modelini anlama, söyleme ve yazma.
4. Işığın dalgasal ve kuantum modelini anlama, söyleme ve yazma.
5. Fotoelektrik olayı ile ışığın foton karakteristiğini söyleme, yazma.
6. Işık hızının ölçülmesi ile ilgili deneyleri söyleme, yazma ve bununla ilgili örnekler çözme.

**AMAÇ 2. Işığın geçiren veya geçirmeyen maddeler hakkında bilgi edinebilme, maddenin bu özelliğinden yararlanma alanlarını kavrayabilme.**

**KAZANIMLAR:**

1. Maddeleri ışığı geçirme özelliklerine göre tanımlama, yazma, örnekler verme.
2. Işığın maddeden geçtiğini deneyle gösterme.
3. Işığın geçirmeyen maddeleri söyleme, yazma, örnekler verme.
4. Işığın bazı maddelerden geçmediğini deneyle gösterme.
5. Madde kalınlığının ışığın maddeden geçişine etkisini deneyle gösterme ve sonucu açıklama.
6. Işığın geçirmeyen maddelerden yapılmış kapalı bir kutunun içinin karanlık olacağını söyleme, yazma, örnekler verme.
7. Fotoğraf makinesinde kullanılan filmlerin ışıktan nasıl korunduğunu açıklama.
8. Maddelerin ışığı geçirme ve geçirmeme özelliğinden nerelerde yararlandığını örneklerle açıklama.

**AMAÇ 3. Işığın yansımalarını kavrayabilme.**

**KAZANIMLAR:**

1. Işığın aynı ortamda doğru bir yol izlediğini söyleme, yazma, örnekler verme.
2. Işığın aynı ortamda bir doğru boyunca yayıldığını gösteren deneyler düzenleme ve yapma.
3. Işıkların önüne ışık geçirmeyen bir cisim koyarak gölge elde etme.
4. Gölge oluşumunu, ışığın doğru boyunca yayıldığına dayanarak açıklama.
5. Güneş ile Ay arasına Dünya girdiğinde Dünya'nın gölgesinin Ay üzerinde oluşacağını söyleme, yazma.
6. Ay tutulması için bir model tasarlama ve yapma.
7. Güneş ile Dünya arasına Ay girdiğinde Ay'ın gölgesinin Dünya üzerinde oluşacağını söyleme, yazma.
8. Güneş tutulması olayı için bir model tasarlama ve yapma.

9. Cisimlerin karanlıkta görülmemesinin nedenlerini söyleme, yazma.
10. Işıklı cisimleri görebildiğimizi söyleme, yazma ve örnekler verme.
11. Cisimler üzerine düşen ışınların gözümüze gelerek cismin görülmesini sağladığını söyleme, yazma.
12. Doğrudan ışık kaynağını göremediğimiz halde, bu kaynaktan çıkan ışınların, görebildiğimiz cisimden gözümüze geldiği için o cisimi gördüğümüzü söyleme, yazma.
13. Işığın yansıtan cisimlerin ışık kaynağı gibi davrandıklarını söyleme, yazma ve örnekler verme.
14. Cisim üzerine düştükten sonra gözümüze gelen ışığın, izlediği yolu belirtme.
15. Yansımayı tanımlama ve bir şekille gösterme.
16. Yansıma çeşitlerini söyleme, örnekler verme ve şekille gösterme.
17. Cisim (düzlem ayna) üzerine düştükten sonra gözümüze gelen ışığın, izlediği yolu belirleyecek bir deney tasarlama ve yapma.
18. Cisim üzerine düştükten sonra gözümüze gelen ışığın izlediği yolu çizme.
19. Cisim üzerine düşen ışını, gelen ışık olarak tanımlama ve çizme.
20. Cisim üzerinden gözümüze ulaşan ışını yansıyan ışık olarak tanımlama ve çizme.
21. Yansıyan ışığın, cisim yüzeyinin normali ile gelen ışığın cisim yüzeyinin normali ile yaptığı açıya eşit bir açı yaparak yansıdığını söyleme, yazma ve çizme.
22. Yansıma olaylarının yaşayışımıza olumlu ve olumsuz etkilerine örnekler verme.
23. Yansıma yasalarını söylem, yazma ve her birini birer şekille açıklama.
24. Işığın yansıması ile ilgili problem tasarlama ve çözme.

#### **AMAÇ 4. Işığın kırılmasını kavrayabilme.**

#### **KAZANIMLAR:**

1. Işığın geçtiği ortamlarda hızının değişeceğini söyleme, yazma, örnekler verme.
2. Işığın farklı bir ortama girerken doğrultu değiştirmesini tanımlama ve bu olaya kırılma dendiğini söyleme, yazma.

3. Işığın kırılmasını şekille gösterme, ve kırılma olayına ilişkin deney tasarlama ve yapma.
4. Işığın kırıldıktan sonra izlediği yolu belirtme, izlediği yolu çizme.
5. Işığın geçtiği ortama göre hızına bağlı olarak kırılma indisini tanımlama, yazma ve kırılma indisinin ışık hızına göre formülünü yazma.
6. Işığın kırıldığı yüzeyin normali ile gelirken yaptığı açının kırıldıktan sonraki değişimini formüllendirme, Snell yasasını kavrama.
7. Kırılma yasalarını söyleme, yazma ve şekil üzerinde gösterme.
8. Kırılma indisi farklı bir ortam üzerine düşen ışını gelen ışın olarak, ortamdan geçerken kırılmış parçasını da kırılan ışın olarak tanımlama ve kırılma indisi farklı ortamın yüzeyinin normaline göre bu ışınları çizme.
9. Kırılma indisi büyük bir ortamı geçerken ışığın, ortam yüzeyinin normaline yaklaştığını söyleme, yazma.
10. Kırılma indisi küçük bir ortamı geçerken ışığın, ortam yüzeyinin normalinden uzaklaştığını söyleme, yazma.
11. Işığın kırılması ile ilgili deney tasarlama ve yapma.
12. Işığın kırılması ile ilgili problem tasarlama ve yapma.
13. Günlük hayatta ışığın kırılmasının olumlu ve olumsuz etkilerini söyleme, yazma.

#### **AMAÇ 5. Dağılım ve prizmaları kavrayabilme.**

#### **KAZANIMLAR:**

1. Dağılım olayının kırılma indisinin önemli bir özelliği olduğunu söyleme, yazma ve açıklama.
2. Kırılma indisinin ışığın artan dalgaboyuna bağlı olarak azaldığını söyleme, yazma ve açıklama.
3. Kırılma indisinin dalgaboyu ile değiştiği bir maddenin dağılım oluşturacağını söyleme, yazma ve açıklama.
4. Işığın bir prizmadan geçerken prizmaya gelen tek bir ışının orijinal ilerleme yönünden sapacağını söyleme, yazma ve açıklama.



5. Sapan ışın ile orijinal ilerleme doğrultusu arasındaki açıyı sapma açısı olarak tanımlama, şekil üzerinde gösterme.
6. Sapma açısına bağlı olarak prizmanın ikinci yüzeyinden çıkan ışığın renginin değişimini söyleme, yazma, açıklama.
7. Prizmanın birinci yüzeyine gelen beyaz ışığın prizmanın ikinci yüzeyinden çıkarken renkler serisi halinde açıldığını, bu renklerin azalan dalgaboyu sıralamasına göre; kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor olduğunu söyleme, yazma, açıklama.
8. Dağınım olayı ile ilgili deney tasarlama ve yapma.
9. Dağınım olayı ve prizmalar ile ilgili problem kurma ve çözme.
10. Prizmanın ikinci yüzeyinde açılan renk serisini spektrum yada tayf olarak tanımlama, yazma.
11. Sıcak ve düşük basınçta tutulan bütün gazların kendi karakteristik spektrumlarını yaydığını ve prizmaların gazları tanımakta kullanılabileceğini, prizmaların diğer kullanım alanlarını söyleme, yazma ve açıklama.

#### **AMAÇ 6. Huygens ilkesini kavrayabilme.**

#### **KAZANIMLAR:**

1. Huygens ilkesinin yansıma ve kırılma yasalarını açıklamada bir geometrik yaklaşım olduğunu söyleme, yazma, açıklama.
2. Huygens ilkesinin “bir dalga cephesindeki tüm noktaların, ikincil dalgacıkların oluşturulması için nokta kaynaklar gibi alınabileceği” olduğunu söyleme, yazma, açıklama ve şekiller üzerinde gösterme.
3. Huygens ilkesini kırılma ve yansıma uygulamaya uygulayabilme.

### **AMAÇ 7. Tam yansımayı kavrayabilme.**

#### **KAZANIMLAR:**

1. tam yansıma olayını tanımlama, şekil üzerinde gösterme.
2. Tam iç yansımanın ışık, belli bir kırılma indisine sahip bir ortamdan daha düşük kırılma indisli ortama hareket etmeye teşebbüs ettiği zaman ortaya çıktığını söyleme, yazma, açıklama.
3. Tam yansıma olayında kritik açıyı tanımlama, yazma.
4. Tam yansıma olayının ortamın kırılma indisi ile olan ilişkisini açıklama, yazma.
5. Tam yansıma olayının maddenin cinsine göre değişimini açıklama, yazma.
6. Tam yansıma olayı ile ilgili deney tasarlama ve yapma.
7. Tam yansıma olayı ile ilgili günlük yaşamdan örnekler verme.
8. Tam yansıma olayı ile ilgili problem tasarlama ve çözme.

### **AMAÇ 8. Fermat ilkesini kavrayabilme.**

#### **KAZANIMLAR:**

1. Fermat ilkesinin ışık ışınlarının izlediği gerçek yolları belirlemede genel bir prensip olduğunu söyleme, yazma ve açıklama.
2. Fermat ilkesini şekillerle gösterme.
3. Bir ışık ışınının, P ve Q gibi herhangi iki nokta arasında ilerlerken en az zaman gerektiren yolu izleyeceğini söyleme, yazma, açıklama ve formüllerle ispatlama.
4. Fermat ilkesini kullanarak yansıma yasasını türetebilme.

## **BÖLÜM 2: GEOMETRİK OPTİK**

- 2.1. Düzlem aynalarla oluşturulan görüntüler
- 2.2. Küresel aynalarla oluşturulan görüntüler
- 2.3. Kırılma ile oluşturulan görüntüler
- 2.4. İnce mercekler

2.5 Fotoğraf makinesi

2.6 Göz

2.7 Basit büyüteç

2.8 Mikroskop

2.9 Teleskop

**AMAÇ 1. Düzlem aynalarda görüntü oluşumunu ve düz aynaların kullanıldığı yerleri kavrayabilme.**

**KAZANIMLAR:**

1. Düzlem aynaları tanıma, tanımlama.
2. Düz ayna önüne konulan bir cismin görüntüsünü deneyle elde etme.
3. Düz ayna önüne konulan cismin görüntüsünün yerini söyleme, yazma ve şekil üzerinde gösterme.
4. Düzlem ayna önüne konulan cisimle, aynadaki görüntüsünün uzaklıklarını karşılaştırmak için deney düzenleme, yapma ve sonucu açıklama.
5. Düz aynalarla oluşturulan görüntüler için formül düzenleme ve açıklama.
6. Aralarında belli bir açı olan düz aynalarla ilgili görüntü sayısını deneyle gösterme, sonucu açıklama.
7. Aralarında belli bir açı olan aynalarla ilgili görüntü sayısını bulmak için formül türetme, problem kurma ve çözme.
8. Düz aynaların kullanıldığı yerleri söyleme, yazma.
9. Düz aynalarla ilgili problem kurma ve çözme.

**AMAÇ 2. Küresel aynalarda görüntü oluşumunu ve küresel aynaların kullanıldığı yerleri kavrayabilme.**

**KAZANIMLAR:**

1. Yansıtıcı yüzeyi çukur olan bir aynaya paralel ışık demeti düşürerek yansıyan ışınların izlediği yolu deneyle gösterme

2. Yansıtıcı yüzeyi çukur olan bir aynanın odağını deneyle belirleme.
3. Yansıtıcı yüzeyi çukur olan bir aynanın odağına ışıklı bir cisim konduğunda yansıyan ışınların izlediği yolları deneyle gösterme ve sonucu söyleme.
4. Yansıtıcı yüzeyi çukur olan aynalarda özel ışınların her biri için deney tasarlama, yapma ve sonucu açıklama.
5. Yansıtıcı yüzeyi çukur olan bir ayna önünde değişik uzaklıklara konulan bir cismin görüntülerini deneyle elde etme ve her bir durumu söyleme, yazma ve açıklama.
6. Çukur aynalarda görüntü oluşumuna ilişkin formül üretme ve açıklama.
7. Çukur aynalarda özel ışınlarla ilgili problem kurma ve çözme.
8. Çukur aynalarda görüntü oluşumuna ilişkin problem kurma ve çözme.
9. Çukur aynalarda oluşturulan görüntülerle cismin boyu ile görüntünün boyu arasında ilişki kurma, bunu deneyle gösterme ve sonucu açıklama.
10. Çukur aynalarda oluşturulan görüntülerde cismin boyu ile görüntünün boyu arasında ilişkiye dayalı problem kurma ve çözme.
11. Çukur aynaların kullanıldığı yerleri söyleme, yazma.
12. Yansıtıcı yüzeyi tümsek olan bir aynaya paralel ışık demeti düşürerek yansıyan ışınların izlediği yolu deneyle gösterme ve sonucu söyleme.
13. Yansıtıcı yüzeyleri tümsek olan bir ayna önüne değişik uzaklıklara konulan bir cismin görüntülerini deneyle elde etme.
14. Tümsek aynalarda özel ışınların her biri için deney tasarlama, yapma ve sonucu açıklama.
15. Tümsek aynalarda oluşturulan görüntüler için formül türetme ve açıklama.
16. Tümsek aynalarda özel ışınlarla ilgili problem kurma, çözme.
17. Tümsek aynalarla oluşturulan görüntüler için problem kurma ve çözme.
18. Tümsek aynalarla oluşturulan görüntülerde cismin boyu ile görüntünün boyu arasında ilişki kurma, bunu deneyle gösterme ve sonucu açıklama.
19. Tümsek aynalarla oluşturulan görüntülerde cismin boyu ile görüntünün boyu arasındaki ilişkiye dayalı problem kurma ve çözme.
20. Düzlem ayna, çukur ayna ve tümsek aynalarla oluşturulan ayna kombinezonları ile ilgili problem kurma, bunları şekille gösterme ve problem çözme.
21. Tümsek aynaların kullanıldığı yerleri söyleme, yazma.

**AMAÇ 3. Kırılma ile oluşturulan görüntüleri kavrayabilme.****KAZANIMLAR:**

1. saydam maddenin küresel yüzeyinde ışınların kırılması ile oluşan görüntüleri şekille gösterme, açıklama.
2. Kırıcı yüzeylerde oluşturulan görüntüler için formül türetme ve açıklama.
3. Düzlem kırıcı yüzeylerle oluşturulan görüntüleri şekille gösterme, açıklama.
4. Düzlem kırıcı yüzeylerle oluşturulan görüntülerin yerini söyleme, yazma ve açıklama.
5. Düzlem kırıcı yüzeylerle oluşturulan görüntüler için formül türetme ve açıklama.
6. Düzlem kırıcı yüzeylerle oluşturulan görüntülere günlük yaşamdan örnekler verme ve her birini açıklama.
7. Kırılma ile oluşturulan görüntülere dayalı problem kurma ve çözme.

**AMAÇ 4. İnce merceklerle oluşturulan görüntüleri ve merceklerin kullanıldığı yerleri kavrayabilme.****KAZANIMLAR:**

1. Genel olarak mercekleri tanımlama, mercek çeşitleri ve yapılarını açıklama.
2. Merceklerde temel düşüncenin; “bir yansıtıcı yüzey tarafından oluşturulan görüntüyü, ikinci yüzey için cisim olarak kullanmak” olduğunu söyleme, yazma ve açıklama.
3. Merceklerde özel ışınları belirlemek için deney tasarlama, yapma ve sonucu her bir özel ışın için açıklama.
4. Yakınsak merceklerin iki tarafı tümsek mercek olduğunu söyleme, yazma ve şekille gösterme.
5. Yakınsak mercekler için ışın diyagramlarını çizme ve her birini açıklama.
6. Kalın kenarlı mercekler için ışın diyagramlarını çizme ve sonucu açıklama.
7. Merceklerde özel ışınlarla ilgili problem kurma ve çözme.

8. Yakınsak ve ıraksak mercek kombinezonlarında ışık ışınlarının izlediği yola ilişkin problem kurma ve çözme.
9. Bir cismin yakınsak bir mercek tarafından oluşturulan görüntüsü için formül türetme ve açıklama.
10. Bir cismin ıraksak bir mercek tarafından oluşturulan görüntüsü için formül türetme ve açıklama.
11. Mercek kombinezonları kullanarak görüntü oluşturmayla ilgili problem kurma ve çözme.
12. Merceklerde oluşan kusurlu görüntüler ve mercek sapınçlarını merceklerden geçen ışınların her zaman belirlenen noktalardan geçemeyeceğine dayalı olarak açıklama.
13. Merceklerin kullanıldığı yerleri söyleme, yazma.

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Erzurum'un Oltu ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğretimini Oltu ilçesinde tamamladı. 1986 yılında girdiği Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gaziantep Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Bölümündeki öğrenimini yarıda bırakarak 1991 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Bölümünden 1995 yılında mezun oldu. 1991-1994 yılları arasında öğrenciliğinin yanı sıra Ankara'da Protay A.Ş adlı bir şirkette yöneticilik yaptı. 28.09.1995 tarihinden itibaren beş yıl süreyle Fen Bilgisi öğretmenliği yaptı. 1995- 1998 yılları arasında Yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 1999 Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde doktora eğitimine başladı.

2001-2002 Eğitim-Öğretim yılı güz yarısından itibaren Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalında Öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.