



**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÜÇ AŞAMALI TANI TESTİ  
İLE GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Sevda ÖZTEKİN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İlköğretim Anabilim Dalı**

**Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN**

**AĞRI-2018**

**(Her hakkı saklıdır.)**

**T.C.**  
**AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**Sevda ÖZTEKİN**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÜÇ AŞAMALI TANI TESTİ  
İLE GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ YÖNETİCİSİ**  
**Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN**

**AĞRI-2018**

TEZ ONAY FORMU

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÜÇ AŞAMALI TANI TESTİ İLE  
GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN danışmanlığında, Sevda ÖZTEKİN tarafından hazırlanan bu çalışma, 06/02/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ekrem KALKAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Pınar URAL KELEŞ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .../.../201.. tarih ve .... / . . . . . nolu kararı ile onaylanmıştır.

  
Doç. Dr. İbrahim HAN  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÜÇ AŞAMALI TANI TESTİ**  
**İLE GEOMETRİK OPTİK KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN**  
**2018, 103 sayfa**

**Jüri: Prof. Dr. Ekrem KALKAN**  
**Yrd. Doç. Dr. Pınar URAL KELEŞ**  
**Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN**

Fizik derslerinde birçok konuda soyut kavramlar ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle kavramları somut hale getirilmesi ve böylece anlamının kolaylaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla derslerde çeşitli görselleştirmeler ve görsellerle birlikte kavramsal metinler kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı literatürden alınan Geometrik Optik ile ilgili üç aşamalı tanı testi kullanılarak fen bilimleri öğretmen adaylarının geometrik optik konusundaki mental modellerini belirlemektir. Çalışmada veri toplama aracı olarak literatürden alınan geometrik optik ile ilgili üç aşamalı tanı testi kullanılmış ve öğretmen adaylarının geometrik optik konusundaki mental modelleme seviyeleri bu üç aşamalı tanı testi ile tespiti tespit edilmiştir. Çalışmanın örneklemini Erzurum Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi 3.sınıfta öğrenim gören 50 fen bilimleri öğretmen adayı oluşturmuştur. Veriler ön bilgi ve akıl yürütme stratejilerinin her birinin görev içerisinde tanımlandığı, tekrarlayan, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının genel olarak geometrik optik ünitesinin yansıma konusunda kavramsal bilgiyi ifade etmede yeterli seviyede oldukları fakat kavramsal bilgiye ait çizimleri belirleyemedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının ışığın kırılması konusunda hem kavramsal bilgiyi ifade etmede hem de kavramsal bilgiye ait özel ışınlar ve görüntü oluşumunu çizmede yetersiz oldukları anlaşılmıştır. Ayrıca örneklemini oluşturan fen bilimleri öğretmen adaylarının ışığın doğası konusunda neden sonuç ilişkisi kuramadıkları üç aşamalı tanı testi ile belirlenmiştir.

Öğretiminde güçlük yaşanan Fizik dersi Geometrik Optik konusunda öğrencilerin ön bilgilerini, varsa kavram yanılgılarını ve yanlış anlamalarını belirlemek ve öğretimi bu doğrultuda yapmak önerilmektedir. Öğretmen adaylarının hayal etme becerilerini geliştirmeye ve kavramları şekillerle göstermeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

**2018, 103 sayfa**

**Anahtar sözcükler:** Fen eğitimi, geometrik optik, zihinsel modeller

**ABSTRACT**  
**MASTER THESIS**  
**SCIENCE TEACHER CANDIDATES' MENTAL MODELS IN GEOMETRIC**  
**OPTICS WITH THREE-TIRED DIAGNOSTIC TEST**

**Advisor: Assistant Professor Süleyman AYDIN**

**2018, Page: 103**

**Jury: Prof. Dr. Ekrem KALKAN**

**Assist. Prof. Pınar URAL KELEŞ**

**Assist. Prof. Süleyman AYDIN**

In physics lessons, abstract concepts come to the forefront in many subjects. For this reason, it is necessary to make the concepts concrete and to facilitate the understanding. For this purpose, conceptual texts are used in the courses with various visualizations and visuals. The main purpose of this study was to determine the prospective science teachers' mental model of geometric optics by using the three-tired diagnostic test for the Geometric Optics taken from the literature. Three-tired diagnostic tests related to geometric optics taken from the literature were used as a data collection tool in the study and mental modeling levels of teacher candidates' geometrical optics were determined by these three step diagnostic tests. The sample of the study was fifty science teacher candidates who were in the third grade of Erzurum Atatürk University Kazım Karabekir Education Faculty. The data were analyzed using an iterative, nonlinear constant comparison method in which prior knowledge, and reasoning strategies were identified within each task. As a result of the study, it was determined that the teacher candidates are generally at a sufficient level to express the conceptual knowledge about the reflection of the geometric optic unit but they can not determine conceptual knowledge of drawings. It has been understood that teacher candidates were inadequate not only in expressing conceptual knowledge but also in drawing special rays and image formation of conceptual knowledge regarding the refraction of light. In addition, it has been determined that the science teachers candidates who make up the sample could not establish the cause and effect relation with the nature of the light by the three tired diagnostic test. It has been suggested to determine the prospective science teachers' preliminary knowledge, misconceptions and misunderstandings about geometric optics and to make the teaching in this direction. Research should be done to develop the teacher candidates' imagination skills and make them ability to shape the concepts.

**2018, 103 pages**

**Keywords:** Science education, geometric optics, mental models

## TEŞEKKÜR

Araştırmamı hazırlama sürecinde çalışmalarımı özenle takip eden, çalışmam boyunca ilgisini ve anlayışını esirgemeyen, tecrübelerini eksik etmeyen, bilgilerinden ve düşüncelerinden faydalandığım, yılmadan beni yönlendiren, deneyimlerini benimle paylaşan, çalışmalarım sürecinde beni olumlu yönde teşvik eden çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatımda çok önemli yerleri ve katkıları bulunan değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif HAŞILOĞLU'na ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Pınar URAL KELEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca araştırmayı titizlikle inceleyerek desteklerini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Oltu Yer Bilimleri Fakültesi Dekanı çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Ekrem KALKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, beni destekleyen, umutlu olmamı sağlayan canım kardeşim Filiz ÖZTEKİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman iyi bir arkadaş, iyi bir dost olan, çalışmalarım ile ilgili elinden gelen her türlü yardımı sağlayan, büyük bir hoşgörü ve sabır ile beni destekleyen, sınıf öğretmeni arkadaşım Sait YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Lisans hayatım boyunca ve sonrasında arkadaşlık ve dostluğun ne demek olduğunu öğreten insanlar Seda KESKİN ve Ayşenur ATMIŞ'a sonsuz teşekkürler.

Araştırmam boyunca bana destek olan, yardımlarını ve önerilerini eksik etmeyen yüksek lisans arkadaşım Mehmet AKKAYA'ya yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her türlü zorluğu aşmamda bana yardımcı olan her attığım adımda koşulsuz arkamda olan canım anneme canım babama teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

**06/02/2018**

**Sevda ÖZTEKİN**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu.....	5
1.2. Problem Cümlesi.....	8
1.3. Alt problemler.....	8
1.4. Sayıtlar.....	8
1.5. Sınırlılıklar.....	8
1.6. Araştırmanın Amacı.....	9
1.7. Tanımlar.....	9
1.8. İlgili Araştırmalar.....	10
1.8.1. Ulusal Kaynaklar.....	10
1.8.2. Uluslararası Kaynaklar.....	17
<b>2. KURAMSAL TEMELLER .....</b>	<b>20</b>
2.1. Model ve Modelleme .....	20
2.1.1. Modelleme .....	22
2.2. Modellerin Sınıflandırılması .....	23
2.3. Kavramsal Modeller.....	26
2.4. Zihinsel Modeller.....	27
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
3.1. Araştırmanın Modeli .....	30
3.2. Evren ve Örneklem .....	30
3.3. Veri Toplama Araçları .....	30
3.3.1. Üç Aşamalı Tanı Testi .....	30
3.4. Verilerin Analizi .....	31
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>32</b>
4.1. Üç Aşamalı Tanı Testi Sonucunda Elde Edilen Bulgular .....	32
4.1.1. Üç aşamalı tanı testinden elde edilen bulguların incelenmesi.....	32
4.1.1.a. Üç aşamalı tanı testinde ışığın yansıması ile ilgili elde edilen bulgular.....	32
4.1.1.b. Üç aşamalı tanı testinde ışığın doğası ile ilgili elde edilen bulgular .....	45

4.1.1.c. Üç aşamalı tanı testinde ışığın kırılması ile ilgili elde edilen bulgular .....	46
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>52</b>
5.1. Üç Aşamalı Tanı Testinin Sonuçları ve Değerlendirilmesi .....	52
5.1.1. Işığın yansımaları ile elde edilen sonuçlar.....	52
5.1.2. Işığın doğasından elde edilen sonuçlar .....	55
5.1.3. Işığın kırılması ile ilgili sonuçlar .....	55
<b>6. ÖNERİLER .....</b>	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>61</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>67</b>
EK 1: Üç Aşamalı Tanı Testi.....	67
EK 2: Alınan İzinler.....	90
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>92</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÜATT	Üç Aşamalı Tamı Testi
f	Frekans
ZH	Zihinsel Model
%	Yüzdellik



## ŞEKİL VE TABLOLAR DİZİNİ

<b>Şekil 1:</b> Modelleme İşleminin Modellenmesi.....	23
<b>Şekil 2:</b> Top Çubuk Modeli Örneği .....	24
<b>Şekil 3:</b> Bir öğrencinin alüminyum folyodaki bağları gösterim şekli.....	25
<b>Tablo 1:</b> Birinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	32
<b>Tablo 2:</b> İkinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	33
<b>Tablo 3:</b> Üçüncü soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	35
<b>Tablo 4:</b> Dördüncü soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları.....	36
<b>Tablo 5:</b> Beşinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları.....	37
<b>Tablo 6:</b> Altıncı soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	38
<b>Tablo 7:</b> Yedinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları.....	39
<b>Tablo 8:</b> Sekizinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları.....	40
<b>Tablo 9:</b> Dokuzuncu soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	41
<b>Tablo 10:</b> 10. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	42
<b>Tablo 11:</b> 11. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	43
<b>Tablo 12:</b> 15. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	44
<b>Tablo 13:</b> 12. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	45
<b>Tablo 14:</b> 13. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	45
<b>Tablo 15:</b> 14. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	46
<b>Tablo 16:</b> 16. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	47
<b>Tablo 17:</b> 17. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	48
<b>Tablo 18:</b> 18. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	49
<b>Tablo 19:</b> 19. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları .....	50
<b>Tablo 20:</b> Sonuç bölümünden elde edilen veriler.....	57
<b>Tablo 21:</b> Mental modellerde düzeyler .....	59

## 1. GİRİŞ

Fen bilimleri fizik, kimya ve biyoloji konularının birlikte ele alındığı, ayrıca evreni ve doğa olaylarını öğrenme, düşünme ve yeni bilgiler üretme süreci olup evrendeki soyut olan kavramları somutlaştıran ortak disiplin alanlarıdır. *“Fen, fiziksel çevreyi tanımak ve tanımlamak üzere, gözlem yapma, yapılan gözlemleri açıklayabilmek amacı ile hipotezler kurma ve kurulan hipotezleri geçerli ve güvenilir yollarla test etme gibi aşamaları olan bilimsel metotların kullanılmasıdır. Fen, gözlenen doğayı ve doğa olaylarını sistemli bir şekilde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme gayretidir. Fen, insanoğlunun doğayı anlama gayretlerinin bir ürünüdür. Fen bilimine bakıldığında olgular, kavramlar, genellemeler, ilkeler, kuramlar ve doğa yasalarından oluştuğu görülmektedir”* (Orhan 2007). Fen bilimleri çalışma konularını ele alırken bir bilim dalının kullanabileceği en yetkin ve en üstün metotları kullanarak doğru bilgiye ulaşma sürecinin de önder alanıdır. En üstün teknikler ustalıklarla en verimli şekliyle fen bilimlerinde kullanılabildiğinden diğer bilim alanlarına da öncülük eden bir ortak alan olup, toplumun, teknolojinin, sanayinin, ülkelerin ve hatta medeniyetlerin oluşması ve gelişmesinden de sorumlu alanıdır.

Fen aynı zamanda bilgiyi düşünme, anlama ve bilgiyi yorumlayıp yeni bilgi elde etme sürecidir. Fen eğitimi evrenin işleyişini doğru okuma ve anlama kurallarının daha iyi anlaşılması açısından bütün toplumların ve onların eğitim hedeflerinin odağı olmuştur. Fen eğitimi alan bir birey iyi bir teknoloji okuryazarı, iyi bir vatandaş ve hem toplum, hem bulunduğu çevre hem de insanlık adına doğru ve etkin hizmetler sunabilen bir birey olur.

Öğrenciler öğrenme ortamlarına genellikle önceden formal ya da formal olmayan yollardan edindikleri kısmen doğru, yanlış, ilişkili veya tutarsız bilgilerle gelirler. Öğrenme öğrencilerin edindikleri bilgilerin düzeltilmesi ve yeniden düzenlenmesi yoluyla gerçekleşir. *“Son yıllarda yapılan çalışmalar fen eğitimi alanında da öğrencilerin kavramsal düzeyde sınıfa bilimsel olarak kabul gören kavramlardan farklı ön bilgilerle geldiklerini ve bu ön bilgilerin değişime dirençli olduklarını göstermektedir”* (Küçüközer ve Kocakulah 2006; Yakışan vd 2007; Çelik ve Karamustafaoğlu 2016; Meriç ve Tezcan 2016).

Fen eğitimi araştırmalarından edinilen sonuçlara göre öğrencilerin önceki bilgi ve düşüncelerinin yeni öğrenilecek bilgileri büyük oranda etkilediği gerekçesiyle öğretim aşamasında öğrencilerin düşüncelerinin ele alınması ve buna göre öğrenimin geleneksel yöntemden farklı olarak daha uygun ve hatta çeşitli etkinlikle zenginleştirilerek verilmesi gerekmektedir (Küçüközer ve Kocakulah 2006; Çelik ve Karamustafaoğlu 2016; Şimşek ve Yeşiloğlu 2016; Uzal vd 2016; Karanlı ve Ayas 2017). Öğrencileri öğretmen merkezli geleneksel yöntemdeki öğretim konumundan öğrenci merkezli konuma getirip onları araştıran, sorgulayan, karşılaştıkları problemlere çözümler üreten, bilgi ve becerilerini kullanarak teknolojiye ayak uyduran bireyler olarak yetiştirmek günümüz öğretmenlerinin en temel görevlerinden biridir.

*“Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri, fen programları içerisindeki konularla ilgili bilgi ve becerilerin öğrencilere kazandırılmasıdır. Bu bilgiler; kavramlar ve teorilerden oluşmaktadır. Öğrencilerin kavramları doğru olarak anlamalarını ve bu kavramları karşılaştıkları sorunların çözümünde kullanabilmelerini sağlamak önemlidir. Öğrencilere yardımcı olmak ve yol göstermek, öğretmenlerin üzerine düşen en önemli görevler arasındadır. Bu nedenle öğretmenlerin bu kavram, konu ve teorilerle ilgili farkındalık düzeyi öğretim sürecinin etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır”*(Demir vd 2007). Öğrencilere yol gösterici öğretmenler olduğu için öğretmenlerin çağdaş bilgi, beceri ve tutumlara sahip olması ayrıca fen müfredatına uygun yetiştirilmesi müfredata uygun konu ve kavramlara hâkim olması oldukça önemlidir.

*“ Bugünkü modern fen eğitiminde amaç, öğrencilerin fen bilimleriyle ilgili bilimsel bilgileri ezberlemeleri değil, hayatları boyunca karşılaşacakları fenle ilgili problemleri çözebilmeleri için gerekli bilimsel tutumları ve zihinsel süreç becerilerini, yeteneklerin elverdiği oranda kazanmalarıdır. Böylece, öğrencilerin çoğu zaman hiç kullanmayacakları teorik bilgileri öğrenmeleri yerine, bilimsel düşünüp davranma ve karşılaştıkları fenle ilgili becerileri kazanmaları sağlanmaya çalışılmaktadır”* (Bayrak ve Erden 2007). Fen öğrenmenin amaçlarından biride öğrencilere zihinde kalıcılığı sağlamak amacıyla yaparak yaşayarak öğrenmeye teşvik etmektir. Böylece öğrenciler ezbere dayalı olmaktan çok zihinlerinde önceki

bilgileri yeni bilgiler ile harmanlayarak daha tutarlı ve sağlam bir bilgi oluşturmuş olurlar.

*“Fen öğretimi dersinde birçok teorik ve betimsel kavram yer almaktadır. Kavramlar, bir varlıktan ya da olgudan söz edildiğinde, insanların zihninde oluşan çağrışımlardır”* (Çepni 2005). Zihinde canlanan bilgi birikimleri kavramları oluşturmaktadır. Kavramlar düşünce ve düşünce sisteminde bulunan nesne ve terimlerin genel adıdır.

*“Kavramlar, bilgilerin yapı taşlarını oluştururken aynı zamanda, kavramsal ilişkilerde bilimsel ilkeleri oluştururlar. İnsanlar çocukluklarından başlayarak düşüncenin soyut birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenir, kavramları sınıflandırır ve kavramların aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilere anlam kazandırır, bilgilerini yeniden düzenlerler, hatta yeni kavramlar ve bilgiler üretirler. Öğrenme ve yeniden yapılandırma süreci her yaşta devam etmektedir”*(Gülçiçek 2004).*“Kavram; eşyaları, olayları, düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırmanın sonucu meydana gelen gruplara verdiğimiz isimlerdir. Yaşantımız bilinen ve henüz bilinmeyen birçok bilgilerden oluşmaktadır. Bilinen bilgiler insanlar tarafından kendilerine göre sınıflandırılmıştır. Ancak henüz bilinmeyen bilgiler, üretilerek zamanla hayatımıza gireceklerdir. Bu bilgiler de tıpkı diğer bilgiler gibi sınıflandırılmakta veya yeni sınıflar oluşturmaktadır. Kavramlar da tüm bu bilgilerin temelini oluşturmaktadır. Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada ancak örnekleri bulunabilir”* (Ayas vd 2003). Hayatımızın her alanında kavramlar vardır. Kavramlar sadece somut olan örnekler değil zihinlerimizde oluşan soyut duygu ve düşünce öbeklerimizdir.

*“Kavram Öğrenme: Benzer özelliklere sahip olay, düşünce ve objelere bir isim vererek gruplandırmaya kavramlaştırma denir. Aynı zamanda kavram öğrenme, yüksek düzeyde bilişsel süreçleri ve çeşitli örneklerin karşılaştırılmasıyla genellemelere gidilmesi gibi çeşitli yararlar sağlar”* (Yılmaz 2010). *“Genel olarak kavram, insan zihninde anlaşılan, farklı nesne ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısıdır”*(Ülgen 2004). *“Bireylerin bir konu*

*hakkında bilgi düzeylerini, duygu ve düşüncelerini açığa çıkarmanın en önemli yollarından biri de zihinsel modellerini tespit etmektir”*(Sözcü vd 2016 ).Zihinsel modelleme; düşünerek ve hayal ederek kişinin soyut kavramları zihinde canlandırma biçimidir. Eğitim alanında uzun yıllardır model ve modelleme üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara genel olarak bakıldığında fen ve matematik alanlarında model kullanımının ve geliştirilmesi gerektiğinin önemi vurgulanmaktadır.

Fizik, soyut kavramların sıklıkla kullanıldığı bir disiplindir. Bu nedenle soyut kavramların somutlaştırılmasında zihinsel modellere ihtiyaç duyulmaktadır. *“Örneğin, soyut bir kavram olarak manyetik alan kuvvet çizgileri öğrencilerin etkileşim içinde buldukları bir kavram değildir. Bu şekildeki problemler fen ve matematik öğretim elemanlarını kavramların öğretilmesi için farklı çözümler üretmeye zorlamaktadır. Yani, fizikte elektrik ve manyetik alan şiddetlerinin çizgi grupları biçiminde ya da kimyada atomik yapıların açıklanmasında kullanılan kimyasal bağların çubuk, atomların ise küçük toplar halindeki temsilleri düşünüldüğünde, model ve modellemenin fen öğretimi ve öğrenimindeki önemi ortaya çıkmaktadır”*(Güneş vd 2004).

Fizik aynı zamanda öğrencilerin zorlandıkları bir alan olması sebebiyle, zihinsel modeller yardımıyla öğrencilerin zorlandıkları durumlar ortaya çıkarılabilir. Çünkü, zihinsel modellerin kavram, şema ve çizim gibi alt öğelerden oluşması sebebiyle fizikteki anlaşılması zor olan konuların açığa çıkarılmasında ve kolaylaştırılmasında oldukça önemlidir. *“Sınıf içi öğrenmelerde kavramlara ait modellerin öğrencilerin zihinlerinde nasıl yapılandığı önemli bir sorudur. Öğrencilerde bir kavrama yönelik zihinsel modellerin belirlenmesi bize kavramın ne derece algılandığı hakkında fikir verebilir. Sınıf içi öğrenmelerde öğretmenler, ders kitapları ve çeşitli görsel materyallerde kullanılan benzeşim ve mecazların öğrencilerin zihinsel modellerini ne düzeyde etkilediğini ölçebilirler”*(Çiltaş ve Işık 2013). Kavramlar hakkında düşünerek fizik *“konularında makul zihinsel modeller oluşturabilen öğrenciler, karşılaştıkları çeşitli problemleri çözmeye sahip oldukları kavramları kullanabilirler ve kavramlar arasında ilişkiler kurarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilirler* (Atasoy vd 2007).

Fizik müfredatı içerisinde yer alan Geometrik Optik konusu da genel olarak soyut kavramlardan oluşmaktadır. Geometrik Optik içerisinde yer alan aynalar (çukur ayna, tümsek ayna) ve mercekler (ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek) konularında ışığın izlediği yollar, odak ve merkez noktaları öğrenciler tarafından sürekli karıştırılan kavramlardır. Karıştırılan bu kavramlara yönelik öğrencilerin zihinlerinde yer alan şemalar yardımıyla yaptıkları çizimler sonucunda Geometrik Optik konusuna ait zihinsel modelleri belirlenebilir.

### 1.1. Problem Durumu

Fen ve teknolojiden elde edilen başarılar ülkelerin gelişmişlik düzeylerini de belirler. Ülkeler gelişen çağla beraber yeniliğe adım atmak için bilime yönelmişlerdir. Bilimle birlikte teknoloji de gelişmeye başlamış ve ülkeler arasında rekabet oluşmaya başlamıştır. Bilim ve teknoloji ne kadar çok gelişmiş ise ülkelerin gelişmişlik düzeylerindeki farklılıklar fazla olup toplumların, insanların veya öğrencilerin yeni bilgiler üretmesi, bu bilgileri kullanıp işlemesi pratiğe dönüştürmesi daha kolay olacaktır. Bilimi kendilerine rehber edinen ülkeler başarıya yani hedeflerine çabuk ulaşırlar. *“Çağımızda gelişmiş ülkeler, gelecekte güçlü ve söz sahibi olmanın ancak fen alanında yetişmiş insanlarla mümkün olabileceği düşüncesiyle fen öğretimine çok büyük önem vermektedirler”* (Gürses vd 2004). Çünkü ülkeler, geleceklerini *“garanti altına almak, ekonomik ve teknolojik yarışta geride kalmamak için Fen Bilimleri’ ne önem vermek zorundadır. Bilim ve teknolojinin hızla gelişmesi, bu gelişmelerin sağladığı buluş ve yenilikler, toplumları büyük ölçüde etkilemekte ve hayatın akışı bunlarla düzenlenmektedir”* (Dişikitli 2011).

Bilim ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak fen okuryazarı olan bireylerin yetiştirilmesine büyük önem verilmelidir. Eğitim programlarının en önemli hedefi bu olmalıdır. Fen okuryazarı olan bireyler, araştırmayı bilen, merak eden, sorgulayan, problem çözen, bilgi ve becerilerini yaşam boyu devam ettiren bireyler olup ülkelerinin ve insanlığın bilimsel ve teknolojik gelişmelere ayak uydurmasına daha çok katkı sağlayabilmektedirler. *“Eğitimde önemli olan bilgiden çok onu elde etme yollarıdır. Çağımızın eğitim anlayışı, öğrencilere bilginin hazır verilmesinden ziyade, doğruya ulaşmanın yollarını öğretmektir. Her öğrenci kendi içinde bir*

*dünyadır ve öğrenmeyi yapılandırmaları birçok yoldan olabilir. Önemli olan bu yolu bulmasında öğrenciye etkili rehberlik yapmaktır”(Emrahoğlu ve Bülbül 2010). Bu nedenle derslerde, eğitim-öğretim yardımcı materyalleri olan deney ve modellerin kullanılması öğrencilerin kavramları daha kolay ve kalıcı olarak öğrenmelerine yardımcı olacaktır. Model kullanımı öğrenmenin derecesini ve akılda tutmayı iyi bir şekilde arttırmaktadır, çünkü kişinin önceden bildiği veya karşılaştığı olaylarda, kavramlarda, olgularda, uyarıların çok daha hızlı bir şekilde iletildiği nörolojik açıdan ispatlanmıştır” (Lawson and Lawson, 1993 akt: Günbatar ve Sarı 2005). Bireylerin bir konu hakkında bilgi düzeylerini, duygu ve düşüncelerini açığa çıkarmanın en önemli yollarından biri de zihinsel modellerini tespit etmektir. (Sözcü vd 2016 ).*

Zihinsel model öğrencinin düşüncelerini araştırmak ve bunu ortaya koyarak öğrenmelerine katkı sağlamaktadır. Somut kavramlar soyut kavramlara göre daha kolay öğrenilir ve aktarılır. Fen biliminde soyut kavramlara daha çok yer verildiğinden öğrencilerde anlamlı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için düşünce yapılarını yani zihinsel modellerini özgürce ortaya koyabilmeleri gerekir. *“Yapısalcılık, gerçeğin, daha çok öğrencinin zihninde olduğunu savunur. Öğrenci gerçeği zihninde yapılandırılır ve önceki yaşantılarından edindiği deneyimlerden yardım alır. Nesnelcilik, öğrenme isinin öğeleri üzerinde yoğunlaşırken, yapısalcılık bilgiyi nasıl islediğimiz üzerinde durur. Bilginin nasıl yapılandırıldığı, olayları ya da nesnelere yorumlamayı sağlayan daha önceki yaşantıların, zihin yapılarının ve inançların bir işlevidir. Yapısalcı kurama göre öğrenme; bireyin yaşamdan edindiği deneyimlerden faydalanarak yeni olguları zihninde anlamlı bütünler haline getirme sürecidir” (Simsek ve Çalışkan 2000). Kişi yaşadığı tecrübeleri düşünceleri olayları başkalarıyla paylaşmak için zihinsel modellerden faydalanır. Çünkü zihinsel modeller kişiye özel olan bir gösterim sergilemektedir. Zihinsel model, duygu ve düşüncelerimizi aktarma, hayal ürünlerimizi ortaya çıkarmadır. “Zihinsel model, öğrencilerin bilişsel faaliyetleri esnasında oluşturdukları özel bir çeşit zihinsel temsildir. Zihinsel modeller, fiziksel bir olgunun nedensel açıklamasını yapmak ve fiziksel dünyanın koşulları hakkında varsayımda bulunmak için zihinsel olarak ayarlanabilen, dinamik ve üretilmiş temsillerdir”(Vosniadou, 1994 akt: Güneş vd 2004). Barquero (1995)’ya göre zihinsel model; “Örtük, tamamlanmamış, özensiz,*



normal bilgiyle birçok alanda bağlantısız, ancak dünya ile bireyin etkileşimi için güçlü bir yorumlayıcı ve öngörüsöl bir araç ve bireyin kendi algısal ve çıkarımsal deneyimlerinden geldiği için de güvenilebilir bir bilgi kaynağı olmasından dolayı güçlü bir bilgi çeşididir. Zihinsel modellerin teknik açıdan doğru olmaları şart olmasa da fonksiyonel olmaları gerekmektedir”(Harrison ve Treagust, 1996 akt: Güneş vd 2004). “Zihinsel modeller, temsil ettikleri sistem ya da mekanizma için olası sıradan modeller gibi, problemin gerçek durumunun “zihinsel simülasyonu” olarak düşünülebilirler”(Greca ve Moreira, 2000 akt: Güneş vd. 2004 ).

“Fizik bilgisi, evreni ve evreni oluşturan varlıkların davranışını anlama ve ileriye dönük tahminlerde bulunma adına ortaya koyduğu kavramlar, modeller, kuramlar ve aralarındaki ilişkilere karşılık gelir”(MEB 2017). Öğretmen adayları Genel Fizik III dersinde geometrik optik ile ilgili ışığın yapısı, hızı ve kaynakları, yansımaya ve aynalar, kırılma ve mercekler konularını işlerken bu konuları görsele yansıtıp Genel Fizik Laboratuvarı III derslerinde yansımaya kanunları ve düzlem aynada görüntünün özellikleri, çukur ve tümsek aynada ışın çizimleri ve görüntünün özellikleri, ince ve kalın kenarlı merceklerde ışın çizimleri ve görüntü oluşumu konularının deneylerini tasarlayarak optik ile ilgili temel kavramları anlamlandırmaları hedeflenmektedir. “Fizik derslerinde öğrencilerin sadece zihinsel alanda bir gelişim sağlamaları değil, aynı zamanda duyuşsal ve psikomotor alanlarda da ilerlemeleri sağlanmalıdır. Fiziğin günlük hayatla ilişkisi kurularak fiziğin sınıf dışına taşınabileceği ve etrafımızda gerçekleşen olayları açıklayan bir bilim dalı olduğu anlayışı geliştirilmelidir” (MEB 2017).

Geometrik Optik ünitesinde öğrencilerin; “ışık ve görme olayını birbiriyle ilişkilendirerek, farklı ortamlarda ve optik araçlarda ışığın davranışı ve görüntü oluşumu üzerine çıkarımlar yapması amaçlanmıştır. Bu süreçte öğrenciler ışığın davranışı ve görüntü arasındaki ilişkiden yola çıkarak, gözlük, teleskop, mikroskop, fotoğraf makinesi gibi optik araçların çalışma mekanizmalarını ve gökkuşuğı, serap gibi günlük hayatta karşılaşılan olayları sorgulayabilmeli, araştırabilmeli, tartışabilmeli ve farklı tasarımlar geliştirebilmelidir”(MEB 2017). Geometrik Optik ünitesinde kavramlar soyut veya somut olabilir. Öğrenmede kullanılan benzetmeler, gösterimler, verilen örnekler zihinde canlandırma oluşmasına neden olmaktadır.

Zihinde oluşan modeller doğru ve anlamlı bir şekilde aktarılırsa öğrenmeye kolaylık sağlayacaktır. Optik ünitesi görseller üzerinde oluşan konulardan oluştuğu için anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak amacıyla öğrencilerin zihinsel modelleri belirlemek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geometrik Optik Konusundaki Zihinsel Modellerinin Üç Aşamalı Tanı Testi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **1.2. Problem Cümlesi**

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının geometrik optik konusundaki zihinsel modelleri üç aşamalı bir tanı testi belirlenebilir mi?

### **1.3. Alt problemler**

2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının zihinsel modelleri üç aşamalı bir tanı testi ile belirlenebilir mi?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin belirlenmesi geometrik optik konusunun öğretiminde bir öneri aşaması olabilir mi?

### **1.4. Sayıtlar**

1. Araştırma gruplarındaki öğrencilerin ölçme araçlarına verdikleri cevapların, onların görüşlerini yansıttığı kabul edilmiştir.
2. Çalışmada yer alan öğrencilerin sorulara cevap verirken gerçek düşüncelerini ifade ettikleri varsayılmaktadır.
3. Çalışmada yer alan öğrencilerin çalışmaya kendi istekleri doğrultusunda katıldıkları varsayılmaktadır.
4. Çalışmada yer alan öğrenciler arasında test puanlarını etkileyecek bir iletişimin gerçekleşmediği kabul edilmiştir.

### **1.5. Sınırlılıklar**

1. Araştırma Erzurum Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde öğrenim gören Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencilerinin katılımıyla sınırlıdır.
2. Bu çalışma Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı 2. Sınıf programındaki Genel Fizik III dersinin ders içeriğinde yer alan geometrik optik konusu ile sınırlıdır.

3. Araştırma, geometrik optik konularından ışığın doğası, yayılması, yansımaları ve kırılması konuları ile sınırlıdır.

### 1.6. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma Fen Bilgisi öğretmen adaylarının geometrik optik ile ilgili zihinsel modellerini belirlemeyi amaçlamıştır.

### 1.7. Tanımlar

**Fen:** *“Fiziksel çevreyi tanımak ve tanımlamak üzere, gözlem yapma, yapılan gözlemleri açıklayabilmek amacı ile hipotezler kurma ve kurulan hipotezleri geçerli ve güvenilir yollarla test etme gibi aşamaları olan bilimsel metotların kullanılmasıdır”.*

*“Fen, insanoğlunun doğayı anlama gayretlerinin bir ürünüdür. Fen bilimlerine bakıldığında olgular, kavramlar, genellemeler, ilkeler, kuramlar ve doğa yasalarından oluştuğu görülmektedir” (Orhan, 2007).*

**Fen:** *“Gözlenen doğa ve doğa olaylarının sistemli bir şekilde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme gayretidir” (Bozkurt ve Aydoğdu 2009).*

**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” (Aydın 2007).*

**Model:** *“Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlemlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan işlemler bütününe modelleme denir ve modelleme sonucunda elde edilen ürüne de model denir” (Harrison ve Treagust, 2000a akt: Ulutaş 2010).*

**Zihinsel modeller:** *“Bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilen ve inanışların, düşüncelerin veya olayların özel bir çeşit zihinsel temsilleridir” (Harrison ve Treagust, 2000a akt: Ulutaş 2010).*

Tanımlar çalışmanın kuramsal çerçeve bölümünde literatür kaynaklı olarak detaylandırılmıştır.

## 1.8. İlgili Araştırmalar

### 1.8.1. Ulusal Kaynaklar

Mental modellerle ilgili literatürde geçen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde de literatürde geçen bazı Türkçe çalışmalara yer verilmiştir.

Güneş vd (2004) yaptıkları çalışmada; eğitim fakültelerindeki fen bilimlerindeki farklı öğretim elemanlarının zihinsel modelleme hakkındaki görüşlerini tespit etmeye yöneliktir. Bu amaçla, 2002-2003 öğretim yılında eğitim fakültelerinde görev yapan fen ve matematik öğretim elemanları örneklem olarak seçilmiştir. Öğretim elemanlarına 31 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar model/modelleme kavramlarının fen öğretimi içerisindeki rollerinin ve amaçlarının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca öğretim elemanlarına açık uçlu soru sorulmuş ve bu sorudan alınan cevaplara göre model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Bu eksiklikler özellikle modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgilidir. Öğretim elemanlarının model ve modelleme konusunda kendilerini geliştirmeleri çalışmanın önerileri arasındadır.

Harman ve Çökele (2016) araştırmalarında basit elektrik devresinde lambanın ışık verme durumuyla ilgili öğrencilerin zihinsel modellerinin ve kavram yanlışlarının saptanması amaçlanmıştır. 98 öğrenci ile yürütülen çalışmada basit elektrik devresinde gerekli malzemeler kullanılarak lambanın ışık verme durumunu çizimle belirtmeleri istenmiştir. Genel tarama modelinin kullanıldığı çalışmada çizimler analiz edilmiştir. Sonuçlar bazı öğrencilerin tek kutuplu model çizdiklerini göstermiştir. Bununla birlikte bazı öğrencilerin kısa devre modelini çizdikleri, bazılarının ise yaptıkları bağlantıların tam olmadığı, anahtarı açık çizdikleri, anahtarı ve pili devreden bağımsız olarak çizdikleri, bazılarının pil ve anahtar çizmedikleri saptanmıştır. Öğrencilerinin çoğunluğunun pil ve oldukça az bir bölümünün de lamba ve anahtar sayılarını hatalı çizdikleri saptanmıştır. Öğrencilerin önemli bir bölümünün pillerin kutuplarını zıt olacak şekilde yerleştirmedikleri saptanmıştır. Öğrencilerin çoğu basit elektrik devre elemanlarını kullanarak çizim yapamadıkları

ayrıca öğrencilerin yaklaşık 1/4'ünün basit elektrik devresini lamba ışık verecek şekilde çizebildiği görülmüştür.

Çökelez ve Yalçın (2012 ) yaptıkları çalışmada; öğrencilerin zihinsel modellerin incelenmesi ve çalışma yapılan konun öncesinde ve sonrasında karşılaştırma yapılmıştır. Araştırmacı bu çalışmayı üç ilköğretim okulunda, öğrenim öncesi 217 ve öğrenim sonrası ise 215 ilköğretim 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler, öğrenci cevaplarına göre sözcük sıklık hesapları ve basit yüzde hesapları kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim sonunda olumlu gelişmeler göstermiş olmalarına karşın, atomun yapısını yeteri kadar kavrayamadıklarını, hayal edemedikleri ve kavram yanılgıları olduğu tespit edilmiştir. Öğrenim öncesi öğrencilerin yarısından fazlası atomu berk küreler olarak düşünürken, öğrenim sonrası öğrencilerin yarısı zihinlerinde ders kitabında atomun yapısı anlatılırken kullanılan Bohr Atom Model'ini yapılandırmışlardır. Günümüzde geçerli olan Modern Atom Teorisini ise öğrenim sonrası öğrencilerin sadece %5'inin çizdiği görülmüştür. Öğrenciler konunun anlatımından öncede ve sonrasında da atomun boyutunu mercimek, karınca gibi gözle görülebilen küçük şeylerle kıyasladıkları görülmüştür.

Kurt vd (2013) yaptıkları çalışmada; biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili zihinsel modellerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmacı çalışmasını 42 biyoloji öğretmen adayının katılımıyla yürütmüştür. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bağımsız kelime ilişkilendirme testi kullanılarak içerik analizine göre düzenlenmiş ve frekans değerleri verilmiştir. Çalışmanın sonunda; biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili zihinsel modelleri yapılan testin kelime ve cümlelerinden oluşmuştur veriler ilgili basamaklar altında toplanmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili zihinsel modellerinin tuzun kimyasal özellikleri ve tuzun günlük hayatta kullanımına yönelik boyutlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili eksik kavramsal bilgilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Günbatar ve Sarı (2005) Bu çalışmada; Elektrik ve Manyetizma konusunda anlamada güçlük çekilen konuların ve bu konuları hayal etme ile ilgili model geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Öğretmenlerin ders anlatırken kullandıkları

yöntemleri belirlemek ayrıca öğretmenlerin ve öğrencilerin model tekniği hakkındaki görüşlerini tespit etmek amacıyla 27 Fizik öğretmenine 13, 8 lisedeki toplam 390 öğrenciye 12 sorudan oluşan birer anket uygulanmıştır. Geliştirilen modellerin öğrenci başarısına etkisini test etmek amacıyla, birbirine aynı düzeyde iki sınıf seçilmiştir. Sınıflardan birine bazı kavramlar klasik yöntemle, diğerine ise geliştirilen modeller kullanılarak anlatılmıştır. İki gruba “ Öğrenci Başarı Testi “ uygulanmıştır. Veriler istatistik programı ile analiz edilmiştir. İki grup arasındaki başarı seviyelerinin karşılaştırılması ve anlamlılık düzeylerinin tespit edilmesinde Sonuç Çıkarıcı istatistik yöntemlerinden Ortalamaya dayanan, Bağımsız Gruplar ” t- testi” kullanılmıştır.

Kurnaz vd (2013) Bu çalışmada; ortaöğretim öğrencilerinin elektriklenme, yıldırım ve şimşek kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerini tespit etmektir. Araştırma özel durum araştırma yöntemi kullanarak 110 lise öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemeye yönelik toplam altı açık uçlu sorudan yararlanılmıştır. Analizler betimleme ve görselleşme durumlarının karşılaştırılması ve ilkel, sentez ve bilimsel modeller şeklinde sınıflandırması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı analiz sonucunda öğrencilerin zihinsel modellerinin sentez modelleme üzerinde olduğu tespitini yapmıştır.

Çelikler ve Harman (2015) Bu çalışmada; fen bilimleri öğretmen adaylarının asit ve temel kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fen bilimleri öğretmen adaylarından 1. Sınıfta öğrenim gören 75 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden asit ve temel kavramlarıyla ilgili hayal ettiklerini çizimleri ve çizimlerini kavramsal olarak açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları kavramsal açıklamalar ve çizimlerden elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda asit, temel, kuvvetli asit ve zayıf asit, kuvvetli temel ve zayıf temel, asit-temel kavramlarına ait deney tasarlama, günlük yaşamda asitler ve bazlar olmak üzere altı zihinsel model ortaya konmuştur. Öğrencilerin asit ve bazlar konusunda zihinsel modellerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Asit ve baz konusu yaşantımızla bağlantılı olduğu için özellikle yaşam temelli öğrenme etkinliklerine ağırlık verilerek konunun işlenmesinin ve deneylerde laboratuvardaki

kimyasal maddelerin yanı sıra günlük yaşamdaki asit ve baz örneklerinin de kullanılmasının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Feyzioğlu vd (2014) yaptıkları çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının *“fen öğretimine yönelik zihinsel modellerini sınıf düzeyine göre tespit etmek ve fen öğretimine yönelik zihinsel modelleri ile fen öğretimine yönelik öz yeterlikleri arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirlemektir”*. Çalışmanın bir diğer amacı ise *“fen öğretimine yönelik zihinsel modellerin ve öğrenme yaklaşımlarının, fen öğretimine yönelik öz yeterlikleri ne düzeyde yordadığını tespit etmektir”*. Araştırma 262 fen bilgisi öğretmen adayının katılımıyla İlişkisel tarama yönteminin kullanıldığı çalışmada öğretmen adaylarının 43’ü birinci, 78’i ikinci, 79’u üçüncü ve 62’si dördüncü sınıf öğrencisidir. Öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlikleri “Fen Bilgisi Öğretimine Yönelik Öz-yeterlik İnancı Ölçeği” ile öğrenme yaklaşımları "Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği" ile ve zihinsel modelleri "Fen Öğretmeni Çizim Testi-Kontrol Listesi" ile belirlenmiştir. Fen bilgisi Öğretmen adaylarının; *“çizim testinden aldıkları puanların ortalamasına göre inançları öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli öğretim modelinin arasında geçiş aşamasında belirlenmiştir. Sınıf düzeyi ilerledikçe fen öğretimiyle ilgili inançların öğretmen merkezli öğretimden, öğrenci merkezli bir öğretime doğru değiştiği görülmektedir. Hem Fen Öğretiminde Kişisel Öz-yeterlik İnancı faktörü için hem de Fen Öğretiminde Sonuç Beklentisi faktörü için, fen öğretimine yönelik öz yeterlikleri öğretmen merkezli öğretim modelinden öğrenci merkezli öğretim modeline geçtikçe artmaktadır. Öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri, zihinsel modelleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişki alt boyutları dikkate alınarak tartışılmıştır”*,

Tatar vd (2012) yaptıkları çalışmada; “Fen Öğretmeni Çizim Testi- Kontrol Listesi” testlerini kullanarak 300 fen bilgisi öğretmen adayının katılımıyla fen öğretimine yönelik zihinsel modellerini belirlemek ve bu modellerin cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleriyle olan ilişkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Dereceli puanlama anahtarı ile kodlanmış ve daha sonra SPSS 16.0 programı ile analizler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; *“fen bilgisi öğretmen adaylarının % 61’inin kavramsal, % 22’sinin araştırmacı ve % 17’sinin ise açıklayıcı zihinsel modele sahip olduğunu göstermiştir”*. Cinsiyet açısından bakıldığında öğretmen adaylarının fen öğretimine

yönelik zihinsel modelleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamış, fakat birinci sınıf öğretmen adayları ile dördüncü sınıf öğretmen adayları arasında anlamlı fark bulunmuştur buda dördüncü sınıf öğretmen adaylarının lehine olduğu tespit edilmiştir.

İyibil ve Arslan (2010) yaptıkları çalışmalarında; Fizik öğretmen adaylarının lise fizik dersi öğretim programında yıldız ve yıldızsızlar konusuna ilişkin yıldız kavramına dair zihinsel modellerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmaya uygun 4 açık uçlu sorudan oluşan test geliştirilerek 59 fizik öğretmen adayına uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının kavramsal bilgilerle uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip olduğuna ulaşılmıştır.

Kurnaz ve Değirmenci (2012) yaptıkları çalışmada; yedinci sınıf öğrencilerin güneş, dünya, ay ve güneş-dünya-ay sistemiyle ilgili zihinsel modellerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma yedi açık uçlu sorudan oluşan testin 76 yedinci sınıf öğrencisine uygulanarak yürütülmüştür. Çalışma, nitel verilere odaklanan bir özel durum çalışmasıdır. Veriler analiz edilerek literatürde belirtilen ilkel, sentez ve bilimsel modellere göre sınıflandırılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çoğu bilimsel bilgilerle yeterince uyumlu olmayan sentez zihinsel modellere sahip olduklarını göstermiştir. Bu doğrultuda öğretmenlere öğrencilerin muhakeme ve uzamsal düşünme seviyelerini dikkate alan öğrenme ortamları yapılandırması öneriler arasında bulundurulmuştur.

Öztürk ve Doğanay ( 2013 ) bu çalışma; *“İlköğretim beşinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetine ilişkin anlama ve zihinsel modellerini, bu anlama ve zihinsel modellerin gerçeği ne derece yansıttığını, bunların sekizinci sınıf sonunda ne yönde bir değişime uğradığını tespit edebilmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma gelişimsel araştırma yaklaşımlarından kesit alma modeline göre desenlenmiştir”*. Görüşme tekniği kullanılarak yürütülen çalışma 52'si beşinci sınıf 53'ü sekizinci sınıf olmak üzere toplam 105 öğrenci ile yürütülmüştür. Verilerde Dünya'nın Şekli ve Yer Çekimine İlişkin Zihinsel Modeller Görüşme Formu (DŞYZGF) kullanılmıştır. Sonuç olarak Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetine ilişkin biri bilimsel olmak üzere yedi farklı anlama ve zihinsel modelin taşındığını, bilimsel anlamının beşinci ve sekizinci sınıflarada düşük



olduğunu ayrıca sekizinci sınıfa doğru bir miktar arttığını göstermiştir. Anlamalı öğrenmenin olması, hayal etme güçlerinin ortaya çıkarılması için algılayamadığımız soyut olan bu kavramların görsel, işitsel materyallerden, modellerden faydalanılarak somutlaştırılması, deneyler tasarlayarak dersin işlenmesi önerilebilir.

Arslan ve Doğru (2013) Bu araştırmada; Fen ve Teknoloji dersi “*Madde ve Isı*” ünitesini altıncı sınıf öğrencilerine; “*Modellemeye Dayalı Öğretim yöntemi öğrencilerinde anlama, yaratıcılık, hatırd tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemektir*”. Karma yaklaşım önemsenerek, karma yaklaşımın nicel boyutunda ön-test/son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel boyutunda ise olgu bilim deseni kullanılmıştır. “*Deney grubuna modellemeye dayalı öğretim yönteminin Halloun’un beş aşamalı modelleme döngüsü (HBAMD), kontrol grubuna ise yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeli uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizi tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) kullanılarak, nitel veriler ise olgu bilim desenine uygun olarak değerlendirilmiştir*”. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin oluşturduğu gruplarda akılda kalıcılık ve anlama açısından bir fark bulunmadığı; ayrıca deney grubu öğrencilerinin yaratıcılık seviyeleri açısından daha yüksek seviyede oldukları belirlenmiştir. “*Araştırmanın nitel boyutunda ise modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir*”.

Ayvacı vd ( 2015) yaptıkları çalışmada; yüksek lisans öğrencilerin öğrenme kazanımlarının tasarlanma sürecine ilişkin zihinsel modellerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışman 44 yüksek lisans öğrencisine dört adet açık uçlu sorudan oluşan bir anket kullanılmış ve bu anket betimsel analizden geçirilmiştir. Yüksek lisans öğrencilerin öğrenme kazanımlarının tasarlanma süreçlerine ilişkin beyanları üç evrede betimlenmiştir. “*Bu evreler; hazırlık evresi, tasarım evresi ve değerlendirme evresi dizisince sıralanmıştır. Çalışmanın sonunda, öğrenme kazanımlarının tasarlanma sürecini betimleyen bilimsel bir model oluşturulması önerilmiştir*”.

Demircioğlu vd ( 2013) çalışmalarında; öğrencilerin fen konularını anlamada güçlük çektiklerini ve bu güçlükleri ortadan kaldırmada, öğrencilerin ön bilgilerini öğrenmek oldukça önemlidir. Zihinsel modellerden faydalanarak öğrencilerin ön

bilgilerine ulaşılabilir. Yapılan bu çalışmada üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemektir. Hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili konular üzerinden çalışma yürütülmüştür. Aksiyon araştırması yöntemi ile Bilim Sanat Merkezi'nde öğrenim gören toplam 16 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Öğrencilere 7 açık uçlu kavram testi sorulmuş ve bu soruların sonuçlarından kavram yanlışlarına ve eksik öğrenmelerin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Öğretmenler öğrencilerinin zihinsel modellerini dikkate alarak, öğrencilerin anlama zorluklarını belirleyebilir ve daha iyi öğrenme ortamları tasarlayabilirler. Öğretmen ve öğretmen adaylarının kendilerini model ve modelleme konusunda geliştirmeleri öneriler arasındadır.

Ulutaş (2010) , yüksek lisans tezinde kimyasal bağlar konusu ile ilgili kimya eğitimi öğrencilerinin zihinsel modellerine ulaşmak, ortaya çıkan görüşleri bir analiz metodu olan bilişsel haritalar ile görsel bir şekilde sunmaktır. Bu çalışmada, nitel araştırma metotlarından durum çalışması yöntemi kullanıldı. Nitel veriler her katılımcı için ayrı ayrı incelendi, analiz edildi ve elde edilen sonuçlar bir araya getirildi. Nitel verilerin analizi için içerik analizi metodu kullanıldı. Araştırma, pilot ve asıl olmak üzere iki basamakta gerçekleştirildi. Pilot araştırma, 2008 – 2009 eğitim-öğretim yılında kimya eğitimi öğrencileri (N= 5) ile yürütüldü. Asıl araştırma ise kimya eğitimi öğretmen adayları (N= 12) ile yürütüldü. Araştırmada kimyasal bağlar konusu ile ilgili hazırlanan görüşme formu kullanıldı. Görüşme formu 8 ana başlık, 24 hedef kavram ve 56 adet sorudan oluşmaktadır. Görüşme formundan elde edilen bulgular doğrultusunda öğrencilerin zihinsel modelleri ortaya konuldu ve bilişsel haritaları oluşturuldu. Çalışmanın sonuçlarına göre katılımcıların iyonik bağ ile ilgili zihinsel modelleri, elektrostatik model ile uyumaktadır. İyonik bağ atomların oktet kuralına uymak için elektron alışverişi sonucu oluşturdukları (+) ve (-) yüklerin birbirini çekmesi olarak açıklamaktadırlar. Katılımcıların kovalent bağ ile ilgili zihinsel modelleri, atomların daha kararlı olabilmek için ya da soygaz düzenine benzemek için elektronlarını ortaklaşa kullandıkları bir modeldir. Katılımcılar metalik bağ ile ilgili zihinsel modellerini sunarken elektron denizi modelini kullanmaktadırlar.

Yüce (2013), yüksek lisans tezinde; Kimyasal Reaksiyonlar konusunda kimya öğretmen adaylarının zihinsel modellerini yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla ortaya koymak ve elde edilen veriler doğrultusunda varılan sonuçları değerlendirmeyi amaçlamıştır. Özel durum çalışması yöntemi kullanarak verilerin analizini içerik analizi metodu kullanmıştır. Çalışma, 2012-2013 öğretim yılında, Kimyasal Reaksiyonlar konusu ile ilgili hazırlanan ve 6 ana başlık, 21 hedef kavram ile 44 sorudan oluşan görüşme formu kullanılarak, Gazi Üniversitesi Kimya Öğretmen adaylarıyla (N=9) yürütülmüştür. Mülakatlardan elde edilen veriler ile zihinsel modelleri incelenmiştir. Ortaya çıkan modeller ile bilim insanları tarafından kabul görmüş bilimsel modellerle karşılaştırılarak bilimsel modele uygun olup olmadığı tartışılmış ve katılımcılardaki zihinsel modellerden benzer olanlar gruplandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda bilimsel modellere uygun zihinsel modellerin yanında, karmaşık ve bilimsel modellere uygun olmayan çeşitli zihinsel modellerin de olduğu belirlendi. Öğretmen adayları, zihinsel modelleme yapabilmede yeterli seviyede olduğu anlaşılmıştır.

### **1.8.2. Uluslararası Kaynaklar**

Zarkadis, N., at al. (2017) “Atom yapısı için öğrenci zihinsel modelleri arasındaki tutarlılığın incelenmesi.” konulu çalışmalarında öncelikle fen eğitimindeki araştırmalarda atomun yapısı konusunun baskın olduğunu düşünerek Bohr atom modelinde öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla öğrencilerin zihinsel modelleri ile Bohr atom modeli arasındaki tutarlılığı araştırmışlardır. Bu amaçla, Kuzey Yunanistan'ın ortaokullarının 10. ve 11. sınıflarından 225 öğrenciye farklı gündelik durumu anlatan altı görev seti verilmiş ve öğrencilerin yanıtlarının nicel analizlerinden elde edilen sonuçlar, görevler ve modeller arasında tutarlılık bulunmadığını, görev bağlamının öğrencilerin modellerin yanıtlarının dağılımını etkilediğini göstermiştir. Niteliksel analizler ise, öğrencilerin görevleri manipüle ederken birleştirdikleri farklı modellerden çeşitli bilgi parçaları oluşturdukları; bunun da muhtemelen modellerin her birinde tutarlılık eksikliğine neden olduğunu göstermiştir. Analiz tarafından sağlanan ampirik kanıt, atomik yapı için öğrencilerin zihinsel modellerinin farklı gündelik durumlarda uygulandığında

tutarlı olmadığını açıkça göstermektedir. Teori ve uygulama için imalar tartışılmaktadır.

Dankenbing and Capobiraco (2016); ilköğretim öğrencilerinin bir mühendislik tasarımı sonucu olarak Dünya ve Güneş ilişkisi ile ilgili ilköğretim öğrencilerinin mental modellerinin incelenmesi çalışmalarında bileşik devletlerde fen eğitiminde güncel reformlar öğrencilerin mühendislik uygulamaları ve bilimin entegrasyonu yoluyla fen bilimlerini öğrenmeleri ile ilgilidir. Çalışmaların çoğu öğrencilerin kavramaları araştırmak yerine öğrencilerin bilimsel düşünmenin doğruluğunu araştırma üzerinedir. Bu çalışmanın amacı da ilköğretim öğrencilerinin mühendislik tasarımına dayalı bir bilim görevinin üslenmelerinin bir sonucu olarak Dünya-Güneş ilişkisi ile ilgili kavramları incelemektir. Araştırmada iki bağımsız 5. Sınıf şubesi örneklem olarak alınmıştır. Her sınıf öğretmeni bir mühendislik tasarımına dayalı fen dersleri işlenen bir grup (deney) ve gelenek fen derslerini işlediği bir grubu (kontrol) yürütmüştür. Çalışma ile ilgili veriler öğrencilerin Dünya-Güneş arasındaki ilişkinin zihinsel çalışma modellerini ortaya çıkarmak için tasarlanan çoktan seçmeli bilgi değerlendirmeleri çizim ve açıklama öğeleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Kontrol ve deney gruplarında elde edilen sonuçlar beş ayrı kategoride incelenmiştir. Yine çalışmanın sonuçlarında Dünya-Güneş ilişkisi ile ilgili karışık fikirler olduğunu ve bunları değiştirmekte zorlandıkları belirtilmektedir.

Mountinho at al. (2014), sismik etkiler hakkında mental modeller ile ilgili çalışmalarında son zamanlarda bireylerin gerçek dünyalarını gösteren(temsil eden) mental modellere dayalı ve fen eğitiminin de merkezi rolünde ama anlamlı öğrenmelerin olduğunu vurgulamışlardır. Dolayısıyla öğrencilerin mental modellerin esaslı bir şekilde incelenmesi önemine değinmişlerdir. Bu kapsamda sismoloji ile ilgili iki aşamalı bir tanı testi Portekiz üniversitesi lisans jeoloji bölümünden ve biyoloji ve jeoloji mastır öğrencilerine uygulanmıştır. Verilerin analizinden lisans öğrencilerinin yüksek lisans öğrencilerinden daha fazla uygunsuz mental modellere sahip oldukları ve bunlarında başta sismik riski etkileyen tehlike, kırılganlık ve deprem yoğunluğunu etkileyen toprak özellikleri gibi faktörler olduğunu belirlemişlerdir.

McClary, L., and Talanquer, V. (2011) yaptıkları “Kolej kimya, öğrencilerinin asitler ve asitlerin kuvvetleri konusunda zihinsel modelleri” başlıklı çalışmalarının asıl amacı kolej organik kimya dersinde asitler, asitlerin kuvveti ve kimyasal bileşiklerin sıralamasını konusunda öğrencilerin asitlerin gücü ile ilgili tahminlerini, açıklamalarını ve bu açıklamaları gerekçelendirme görevlerini kullanarak mental modellerini tanımlamaktır. Çalışmanın araştırma soruları:

- Öğrencilerin asitler ve asitlerin kuvvetleri hakkında tahmin yürütme ve açıklama yapmaları için temel varsayımlar nelerdir?
- Görevin doğası, cevap üretmek için kullanılan zihinsel modelleri nasıl etkiler?
- Farklı görevler sırasında kullanılan mental modeller nasıldır? Şeklindedir.

Çalışma ilk dönem lisans kimya öğrencileri (n=19) ile 2008-2009 öğretim yılının güz döneminde yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere dayandırılmıştır. Çalışmada ilk dönem lisans öğrencilerinin örneklem olarak seçilmesinin nedeni kolej öğrenimi sırasında öğrencilerin asit-baz modelleri ve teoriler hakkında bilgi sahibi olmaları ve organik maddelerin kimyasal reaktiviteleri hakkında tahmin ve açıklama yapmaya daha elverişli olmalarıdır. Her biri üç ana bölüme ayrılmış iki benzer araç tasarladık: tahmin görevleri, açıklama görevi ve gerekçelendirme görevleri. Araştırmanın yarı yapılandırılmış anketi alan uzmanları ile son haline getirildikten sonra uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan materyaller öğrencilerin iskelet yapısal formülüyle temsil edilen üç farklı organik bileşik grubunun asit gücünü tahmin etmeleri ile ilgilidirler. Araştırmadan elde edilen sonuçlar inançlar, ön bilgi ve akıl yürütme stratejilerinin her birinin görev içerisinde tanımlandığı, tekrarlayan, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma yöntemi (Charmaz, 2006) kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları yorumlandığında sezgisel inançların ve kuralların, asitlerin farklı kimyasal modellerinden gelen varsayımlarla kombinasyonu, araştırma katılımcılarımızdan birçoğunun, tahminlerde bulunması ve asit kuvvetindeki eğilimlerin açıklanmasında çok sayıda alakasız faktörü düşünmesini sağladığı anlaşılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Model ve Modelleme

Harrison (2001), çalışmasında modellere ilişkin şunları belirtmiştir: *“Modeller gerçek değildir ve kabul gören modeller yeni bilgilerle değişebilir. Modeller, bir mikroskop veya bir teleskop gibi çıplak gözle görülemeyenleri görülebilir, anlaşılabilir hale getiren, bilinenden bilinmeyene doğru bir atlama taşı görevi yapan, bir maddenin nasıl yapılandırıldığı veya bir sürecin nasıl oluştuğunu anlamamıza yardımcı materyallerdir”* (Yüce 2013).

Bir model, nesne ve olayların taklididir. *“Öğrenme ortamında konunun rahat kavranması için ve kavrananların test edilmesi için kullanılabilir”*. Harrison (2001) modellerin öğrenme ortamında kullanılma sebeplerini şu şekilde sıralar (akt: Taylan Yıldız 2006).

**“Kolaylaştırma:** Karmaşık soyut kavramları, nesne ve süreçleri gözünde canlandırma fırsatı sunduğu için, anlaşılması güç soyut konularda daha kolay algılama sağlar. Somutlaştırılan konular, öğrencinin zihninde daha çabuk yerini alır. Konu öğrencilerin gözünde kolaylaştığı için öğrenme zamanı kısalmış, uygulama ve alıştırmaya daha çok zaman bırakır.”

**“Abartma:** Modeller konu veya sürecin temel özelliklerini abartarak fikirlerin kilit görünüşlerine dikkat çeker. Özellikle de model gereksiz detay ve çizimlerden arındığı zaman öğrenme de çok daha etkili olur. Ancak bu detaylardan arındırma ve bazı yönlerini vurgulama tehlikeli olabilir. Modelini yapmak istediğimiz, gerçek nesne veya süreçten uzaklaşırsa yanlış kavramalara da götürebilir.”

**“Tanıdıklık:** Modeller, animasyonlar ve simülasyonlar sayesinde basit nesnelere dizilerek gelir. Günlük hayatımızdan tanıdık nesnelere oluşturulan modeller öğrencilerin kavramalarını daha da kolaylaştırmaktadır.”

**“Ulaşılabilirlik:** Öğrencilerin modellere istedikleri zaman ulaşabilmesi tekrar yapmada veya bireysel çalışmada bir başka kolaylık sağlamaktadır.”

Bilimde elde edilen sonuçlar belirli açıklamaları içermektedir. Hem bilimde hem de bilim eğitiminde “uygun” bir açıklama, bir soru sorulduğunda, soranın

ihtiyaçlarını yeterli şekilde karşılayıp, sonraki soruyu sormayı engellemek yerine kolaylaştırıp yön vermelidir. Bu açıklamalar doğal dünyanın modellemelerini içerir. Gilbert and Boulter (1998) modellerin bilimin açıklamalarında anahtar roller oynadığını belirtmiştir (akt: Taylan Yıldız 2006). Bu roller:

- “*Modeller açıklamanın her tipi için (kasıtlı açıklama, tanımlayıcı açıklama, yorumlayıcı açıklama, nedensel açıklama, tahminsel açıklama) temel sağlar.*”
- “*Modeller herhangi bir açıklamanın uygunluğunu arttırabilir. Üstelik verimli, genelleştirilebilir, makul ve cimri (az görüşe başvurularak yapılan açıklamalar) açıklamalar üretmeyi destekler.*”
- “*Modellerin ilavesiyle açıklamalar ölçüleilmeye imkan sağlar.*”

Tüm bunların yanında modeller, genelde orijinalden daha az hafıza kapasitesi kullanımını gerektirdiğinden kullanılıştır. Modeller bilim adamları, program hazırlayıcıları, fen öğretmenleri ve öğrencileri tarafından açıklamalarda kullanılır. Bilim adamları için yayımlarında kullandıkları modeller, başarılarının ulaşılabilir ve basitleştirilmiş bir özetini sunar (Taylan Yıldız 2006).

“*Birçok araştırmacı, modelin genel bir tanımının yapılmasındansa, tüm bilimsel modellerce paylaşılan ortak özelliklerin tanımlanmasının daha açıklayıcı olduğunu belirtir*”. Bilimsel modellerin ortak özelliklerini De Vos (1985), Van Hoeve-Brouwer (1996), şu şekilde belirtmiştir: (akt:Yüce 2013).

1. “*Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedefle bağlantılıdır. Hedef ya bir sistem, ya bir nesne, ya bir olgu ya da bir süreç olabilir*” .
2. “*Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi almak için kullanılan bir araştırma aracıdır. Dolayısıyla ölçeklendirme modelleri, bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyası olan modeller (örneğin bir ev, bir köprü), bilimsel model olarak kabul edilmez*” .
3. “*Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşimde değildir. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model değildir*” .

4. “Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanır ve böylece araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmaları sırasında test edilebilir hipotezler üretebilmelerini sağlar. Bu hipotezlerin test edilmesiyle hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkar” .

5. “Bir model her zaman hedeften belirgin bir şekilde farklıdır. Genel olarak bir model mümkün olduğu kadar basit tutulur. Araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı yönleri kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir” .

6. “Bir model tasarlanırken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme imkanı sağlayabilmelidir. Bu işlem araştırma soruları ile yönlendirilir” .

7. “Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve bir sonraki adım olarak hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilebilir.”

### **2.1.1. Modelleme**

Modelleri oluşturma ve biçimlendirme sürecine modelleme denir (Durmuş ve Kocakülah 2006). Kavram yanılgılarının yaygın olduğu konularda modelleme etkinliklerine yer verilebilir. Modeller ve modelleme, soyut kavramların zihinde daha somut bir şekilde canlandırılmasında oldukça etkili bir tekniktir (Gülecek, 2005). Modelleme, dört adımlı bir dairesel yapıya sahiptir (Lesh and Doerr, 2003: akt: Durmuş ve Kocakülah, 2006).

1. “Tanımlama: Gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişki kurma”

2.” Manipüle etme: Esas probleme ait çözümle ilgili eylemler ve tahminlerde bulunma”

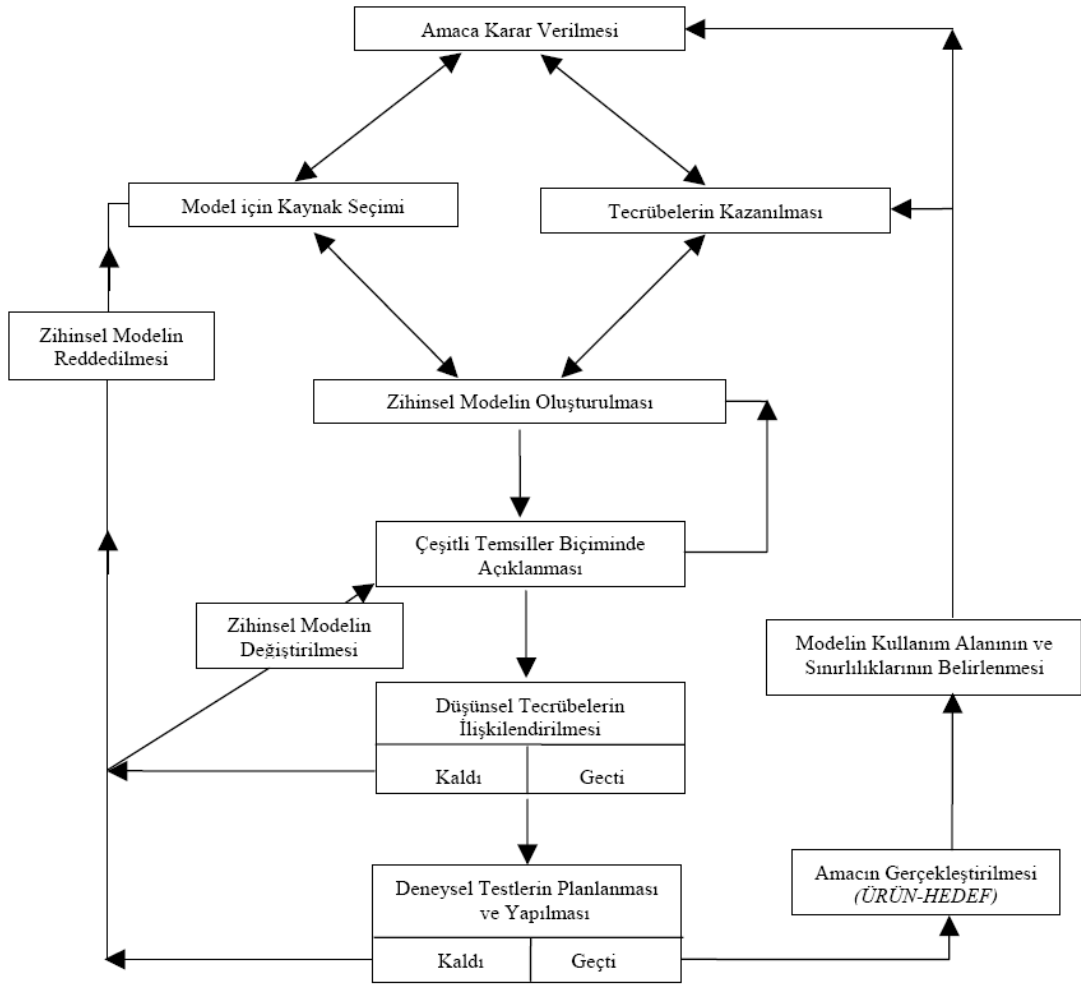
3. “Dönüştürme / tahmin: İlgili sonuçları gerçek dünyayla ilişkilendirme”

4. “Doğrulama: Eylem ve tahminlerin gerçek dünya ile uyumluluğunu kontrol etme”

Modeller soyut kavramların somutlaştırılmasında, güç kavranılan konuları basite indirgemedede kullanılabilir (şahin, Öztuna ve Sağlamer 2001).



Harrison (2001) and Treagust (2002) çalışmalarında, “Alan yazında mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünüünün modelleme, modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünün ise model olarak tanımlanmakta olduğu belirtilmiştir” (Yüce 2013).



**Şekil 1: Modelleme İşleminin Modellenmesi**

Fen eğitiminde pek çok model çeşidi karşımıza çıkmaktadır (Harrison and Treagust, 2000 akt: İyibil 2010) ve bu modellerin literatürde çok farklı şekilde sınıflandırmaları bulunmaktadır (Gülçiçek, 2005).

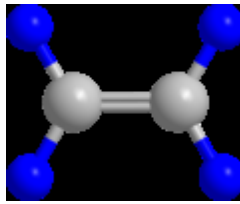
## 2.2. Modellerin Sınıflandırılması

Harrison and Treagust (2000)'inin çalışmalarında analogik modelleri sınıflandırdıkları görülmektedir. Bu sınıflandırma; ölçek modeller, eğitsel analogik modeller, sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, harita,

diyagram ve tablolar, kavram süreç modelleri, simülasyon, zihinsel modeller ve sentez modellerden oluşmaktadır (İyibil 2010). Ve bu modellerin açıklamaları şu şekildedir.

**“Ölçeklendirme modelleri:** Hayvanların, bitkilerin, arabaların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renkleri, dış şekilleri ve yapısal özelliklerini tanımlamakta kullanılır. Ölçeklendirme modelleri ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen bazen de içyapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtır. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncak gibidir. Böylece, model ile hedef arasındaki farklılıkların saklı kalmasına neden olabilir.”

**“Pedagojik analogik modeller:** Modelin bilgiyi hedefle paylaşması nedeniyle bunlar analogik olarak isimlendirilirler. Pedagojik olarak adlandırılmalarının nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak amacıyla öğretmenlerin açıklayıcı bir şekilde geliştirmelerinden kaynaklanmaktadır. Analogik modeller hedefle analogi arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıttıklarından, analoginin yapısına bir veya birden fazla özellik hükmeder, molekül modellerindeki top ve çubuk temsili örnek olarak verilebilir. Çünkü, analogik özellikler kavramsal özelliklere dikkat çekmek için genellikle aşırı basite indirgenmiş veya genişletilmiştir. Örneğin etenin top çubuk modelinde, atomlar aşağıdaki şekil 2’deki gibi katı bir top gibi modellenirken, kimyasal bağlar katı bir çubuk olarak gösterilmektedir.”



**Şekil 2: Top Çubuk Modeli Örneği**

**“Simgesel veya sembolik modeller:** Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerle anlamlı hale getirilmiştir. Böylece formüller ve eşitlikler kimya diline yerleşmiştir. CO<sub>2</sub> (karbon dioksit) gösterimi örnek olarak verilebilir.”

**“Matematiksel modeller:** Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitlik ve grafiklerle temsil edilebilir. Örnek olarak, Boyle-

*Mariotte Kanunu, üstel eğriler veya Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan  $F=m.a$  eşitliği verilebilir.”*

*“**Teorik modeller:** Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar teorik modellerdir. Çünkü bu modeller insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmış ve yapılandırılmıştır. Kinetik teorisinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç bu kategoriye girer.”*

*“**Haritalar, diyagramlar ve tablolar:** Öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil eden modeller bunlardır. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zincir gösterimleri verilebilir.”*

*“**Kavram-süreç modelleri:** Birçok fen kavramı nesneden çok süreçten ibarettir. Örnek olarak kimyasal denge veya asit-baz reaksiyon modelleri verilebilir.”*

*“**Simülasyonlar:** Simülasyonlar karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır. Örneğin; global ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi.”*

*“**Zihinsel modeller:** Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir ve bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan zihinsel modeller tamamlanmamıştır ve değişebilir. Bir öğrencinin alüminyum folyodaki bağları gösterim şekli, Şekil 3 de gösterilmektedir.”*



**Şekil 3: Bir öğrencinin alüminyum folyodaki bağları gösterim şekli**

*“**Senteze dayalı modeller:** Senteze dayalı modeller, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin sunduğu modellerin bir karışımı sonucunda alternatif kavramları oluşturmaları ile meydana gelir.”*

Örnek (2008)'e göre ise fen eğitimindeki modeller iki başlık altında toplanabilir; “*Zihinsel modeller ve kavramsal modeller. Dışsal gösterimler olan*

*kavramsal modeller ise matematiksel, bilgisayar, fiziksel (görsel) ve fizik modelleri olarak sınıflandırılmıştır” (Akt: Arslan ve Iyibil 2010).*

### **2.3. Kavramsal Modeller**

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerde doğa olayları ile ilgili kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamaktır. Bu süreçte yer alan kavramlar, yapılarına ve varoluş şekillerine göre farklılık gösterir. Bazı kavramlarla ilgili günlük yaşamda deneyim sahibi olma olanağı her zaman mümkünken, bazı kavramlar açık şekilde görülmez, konuyla ilgili bilgi sahibi olmadan kavranamaz. *“Örneğin yerin çekim kuvvetini; günlük yaşamda attığımız topun yere düşmesiyle, ayaklarımız üzerinde zıpladığımızda havada kısa bir an için kalıp tekrar yere dönmemiz vb. olaylarla deneyimleriz. Fakat maddenin tanecikli yapısı ya da canlı organizmada gen kavramını günlük yaşamda yukarıda belirtilen örnek kadar açık bir şekilde test etme ve görme fırsatımız yoktur. Bu tür kavramları, bilinen bir olay, günlük yaşamla bağ kurarak kavramın rahat anlaşılmasını sağlayan araçlar yardımıyla öğretme ve öğrenme çabası içine gireriz. Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan bu araçlar da modellere örnek olarak gösterilebilir” (Ünal ve Ergin 2006).*

Kavramların adlarını duyduğumuz veya onları düşündüğümüz zaman zihnimizde oluşan resimler kavramlarla ilgili imajlardır (Atasoy 2004).

Eğer zihinsel modeller örneğin öğretmenler tarafından eğitici amaçlar için oluşturulan modeller gibi bilimsel olarak kabul edilen bilgilerle tutarlı ise, bunlara kavramsal modeller denir (Coll and Treagust, 2003; akt: Yüce 2013).

*“Bilim insanları tarafından kabul gören ve paylaşılan genel kanı, modellerin toplumun bilimsel bilgileriyle uygunluk göstermesidir. Rutherford’ un atom ve güneş sistemi arasındaki benzetmesi, ışığın tanecik ve dalga modelleri, manyetik alan çizgisi modeli, kavramsal model örnekleri olarak sayılabilir. Bir kavramsal model ve bir zihinsel model arasında doğrudan bir ilişkinin kurulması ideal olandır. Anlamlı öğrenme, kavramsal modellerin değişiminden doğmuştur. Öğrencilere kavramsal bir model sunulduğunda, öğrenciler konuyla ilgili bildikleri nesnelere çıkararak, yeni*

*konuyla ilişki kurarlar ve kendi zihinsel modellerini üretirler. Bilimin ilerleme sürecinde kavramsal modellerin önemli katkıları olmuştur. Bu modeller, temsil ettikleri sistemin özellikleri için insanların başka kurallar üretmesine veya bu kuralları kafalarında geliştirmelerine gerek kalmadan onlar arasındaki ilişkilerin direk anlaşılmasına olanak sağlar” (Greca and Moreira, 2000; Harrison, 2001; akt: Yüce 2013).*

#### **2.4. Zihinsel Modeller**

*“Zihinsel modeller, bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilen ve inanışların, düşüncelerin veya olayların özel bir çeşit zihinsel temsilleridir” (Harrison and Treagust, 2000a akt: Ulutaş 2010).*

*Norman’ın (1983) tanımına göre; “Zihinsel modeller tamamlanmamış; değişken (bireyler zihinsel modellerini değiştirebilirler ya da tamamen onlardan vazgeçip yeniden oluşturabilirler); bilimsel olmayan (bireylerin zihinlerindekiyi yansıtır) modellerdir. Zihinsel model sadece onu yapılandıran kişi için fonksiyoneldir” (Ulutaş 2010).*

Çıldır ve Şen, (2006) ın bildirdiğine göre Barquero; zihinsel modelleri, bilimsel kesinliği olmayan, normal bilgiye göre tamamlanmamış, tutarsız ve içsel bilgiler olarak tanımlar. Yeni bilgiler kazanıldıkça geliştirilir ve onu oluşturan bireye özgüdür. Öğrencilerin oluşturduğu zihinsel modellerin kalitesi, kavramların anlaşılıp anlaşılmadığının, bilginin yapılandırılıp yapılandırılmadığının bir göstergesi olarak önemli bir yere sahiptir. (Çıldır ve Şen, 2006).

Tüm eğitimcilerin asıl amacı dünyanın nasıl çalıştığı hakkındaki teorilerini geliştirmede öğrencilere yardım etmektir. Burada amaç öğrencilerin kendi zihinsel modellerini inşa etmelerini sağlamaktır. Model kullanmak ve özellikle model inşa etmek zihinsel modellerin yapısını yansıtır. Zihinsel model inşa etmek demek; kişinin model kullanması ve özellikle de bilgi elemanlarını ilişkilendirme biçimine sahip olması demektir. Modelleme aynı zamanda kişinin bilişsel süreçlerinin nasıl işlediğinin bir göstergesidir (Yüce 2013).

Franco and Colinvaux (2000) zihinsel modellerin içerdiği dört belirgin özelliği aşağıdaki gibi özetlemiştir (Chia-yu, 2007 akt: Ulutaş 2010).

- ✓ “Zihinsel modeller üretkendir: Zihinsel modeller yeni bilgilerin tanımlanması ve üretilmesinde yol göstericidir” .
- ✓ “Zihinsel modeller sözsüz bilgi içerir: Bireyler zihinsel modellerini problemleri çözmek veya yeni bilgileri anlamlandırmak için kullanırlar. Fakat kendi modellerinin farkında olmayabilirler ve onu nasıl kullanacaklarını bilmeyebilirler” .
- ✓ “Zihinsel modeller değişkendir: Bir zihinsel model dinamiktir, yeni bilgiler eklendikçe gelişmeye devam eder” .
- ✓ “Zihinsel modeller dünya bakışları ile sınırlandırılır: Zihinsel modellerin gelişimi ve uygulaması bireylerin önceki bilgilerinden, deneyimlerinden ve inançlarından etkilenirler” .

Zihinsel modellerin oluşması kavrayış olgusundan kaynaklanır. “Eğitimde, öğrencilerin yeni kavramları öğrenmeleri için kendi kişisel şemalarını kurmaları gerekir. Öğrenciler, kendi çerçevelerindeki dünyayı ve dünyalarındaki olayları anlamak için tasvirler oluştururlar ki bu tasvirler zihinsel modellerdir. Öğrenciler, bilimsel olayı özümseyebilirlerse, zihinsel modeller üretebilirler. Yani, zihinsel modeller öğrenciler tarafından olayı anlamaları için geliştirilir. Zihinsel modeller, bilginin bir temsilidir, dolaylıdır, tamamlanmamıştır, bilimsel değildir, kişiseldir ve bireylerin temsili sistem hakkındaki inanışlarını yansıtır. Zihinsel modellerin esas görevi, zihinsel modelleri oluşturanın zihinsel modellerle sunulacak temsil edilen fiziksel sistem hakkında daha önceden tahmin yürütmesine ve açıklama yapmasına olanak sağlamasıdır” (Greca and Moreira, 2000 akt: Yüce 2013).

“Bir zihinsel model, bir şeyin nasıl işlediğinin hatırlanmasına yardım etmesi için zihinde oluşturulan resimlerdir. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerin oldukça kişisel, dinamik ve ulaşılması zor olan yapıları vardır. Bu zihinsel modeller, zaman zaman teknik olarak tam doğru olmayabilir, ancak bunlar işlevseldir. Bu nedenle öğretmenler öğretimleri sırasında bu zihinsel modelleri de değerlendirmeli, öğrencilerin zihinlerinde farklı zihinsel modeller üretilip üretilmediğini araştırmalıdır” (Nakiboğlu vd 2002).

Özetlemek gerekirse, günlük yaşantımızda deneyimlediğimiz her şeyin zihnimizde oluşum ve öğrenim sürecinde yapılandırılması ile oluşan zihinsel modeller, bu süreç sırasında birey tarafından yapılandırılır, gerektiğinde farkına bile varmadan değerlendirilir ve yeniden düzenlenir (Ünal ve Çoban 2009).

Zihinsel modeller; bireyler tarafından düşünülerek ve hayal edilerek, bilişsel işlemler sonucunda üretilen, dolaylı ve tamamlanmamış, kişisel olan ve insanların temsili sistem üzerinden inanışlarını yansıtan, aynı zamanda yapıcısına “*Fiziksel sistem hakkında önceden tahmin etme ve açıklama izni veren anlayışa dayalı modeller olarak tanımlanabilir*” (Çakır 2011).

“*Öğrenciler ve bilim adamları fen kavramları hakkında düşünürken veya bu kavramların ilişkilerini ortaya koyarken zihinsel modellerini kullanırlar*” (Atasoy ve ark 2007). Yeni Fen ve Teknoloji öğretim programının dayandığı yapılandırmacı (constructivist) öğrenme yaklaşımına uygun öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandığı kabul edilmektedir (Keser 2003).

Bilindiği gibi fizikte birçok kavram soyuttur ve öğrencilerin bu kavramları öğrenmeleri kavramlarla ilgili hayal etme yeteneklerini kullanarak oluşturacakları yaratıcı düşüncelerine bağlıdır. Öğrencilerin zihinsel modeller üretebilmesi, bir bilimsel olayı özümseyebilmesine bağlıdır. Yani öğrenciler, zihinsel modelleri olayı anladıklarını göstermek için yaparlar. “*Eğer ilişkilendirme yapılmamış ise bilgi ön bellekte, kısa dönemli hafızada geçici olarak kalır ve kullanılmadığında da atılır*” (Akt: Kavak ve Köseoğlu 2014).

Coll and Treagust’ a (2003) göre; “*Hiçbir zaman bir başkasının zihinsel modelini tam olarak bildiğimizden emin olamayız çünkü zihinsel modeller kişiye özel zihinsel temsillerdir. Ancak zihinsel modelleri kısmen de olsa inceleyebiliriz*” (Ulutaş 2010).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları ile verilerin çözümlenmesinde kullanılan istatistiksel yöntem ve teknikler yer almaktadır.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Yapılan araştırma, betimsel bir çalışma olup özel durum yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bu yöntem, “*özel bir konu veya bir durum üzerinde derinlemesine inceleme yapma ve yoğunlaşma imkânı vermektedir. Üstelik bu yöntemde, nitel ve nicel veri toplama teknikleri kullanılabilir.*” (Çepni 2007).

Bu çalışmada özel durum yönteminin seçilme nedeni Fen bilgisi öğretmen adaylarının zihinsel modellerini belirlemek ve derinlemesine incelemektir.

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Araştırma 2016-2017 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılında, Erzurum Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 50 3.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### 3.3. Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemek amacıyla Üç Aşamalı Tanı Testi uygulanmıştır. Bu çalışmada da öğrencilerin zihinsel modellerine ulaşmak amacıyla, üç aşamalı tanı testi ile sorular seçilmiştir. Seçilen bu sorularla öğrencilerin çizim ve yorumlarından yararlanarak zihinsel modelleri belirlenmiştir.

##### 3.3.1. Üç Aşamalı Tanı Testi

Araştırmada öğrencilerin optik ünitesine yönelik zihinsel modellerini belirlemek için Aydın (2007) tarafından geliştirilen “Üç Aşamalı Tanı Testi” kullanılmıştır. Üç aşamalı testin birinci aşamasında sorular yazılı ifadelerle, ikinci aşamasında aynı ifadeler şekil üzerinde gösterilerek ve üçüncü aşamada da birinci ve ikinci aşamalarda verilen cevaplardan emin olup olmadığını belirleyecek biçimde hazırlanmıştır. Aydın (2007) öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik 30 çoktan seçmeli test sorusu hazırlamıştır. Hazırlanan bu sorular Ağrı ve Kazım Karabekir Eğitim Fakültelerinde görevli alan uzmanı beş öğretim elemanı tarafından geçerlilik açısından incelenerek gerekli düzeltmeler yapıp 22 soruya indirilmiştir. Pilot uygulamayı yaparak testin sonunda üç sorusunun öğrenciler tarafından iyi anlaşılmadığını belirleyerek testten çıkarmıştır. 19 sorudan oluşan testin Cronbach alpha katsayısı hesaplanmış ve güvenilirlik değeri 0,69 bulunmuştur. Araştırmacı tarafından da Cronbach alpha katsayısı hesaplanmış ve güvenilirlik değeri



0,67 bulunmuştur. Üç Aşamalı Tanı Testinin güvenilir olduğuna karar verilerek öğrencilere uygulanmıştır.

### **3.4. Verilerin Analizi**

İnançlar, ön bilgi ve akıl yürütme stratejilerinin her birinin görev içerisinde tanımlandığı, tekrarlayan, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma yöntemi (Charmaz, 2006) kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin geometrik optik konularında zihinsel modellerini belirlemek için verilen cevapların frekansları ile genelleme yapılmıştır. Öğrencilerin hangi seçeneğe ne oranda cevap verdiğini göstermek için de frekans yüzdesi kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerinin çözümü için toplanan verilerin istatistiksel çözümlenmeler sonucunda ulaşılan bulgularına ve bunların yorumlamalarına yer verilmiştir.

### 4.1. Üç Aşamalı Tanı Testi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın yöntem kısmında da belirtildiği gibi Aydın(2007) tarafından geliştirilen üç aşamalı tanı testinden elde edilen ışığın yansımaları, yansıma ile oluşan görüntüler, ışığın kırılması, kırılma ile oluşan görüntüler ve ışığın yayılması ile ilgili bulgular aşağıdaki belirtilmiştir.

#### 4.1.1. Üç aşamalı tanı testinden elde edilen bulguların incelenmesi

Araştırmacı üç aşamalı tanı testinden elde edilen bulguların incelenmesini ışığın yansımaları, ışığın kırılması ve ışığın doğası şeklinde incelemiştir. Öğretmen adaylarının 19 soruluk üç aşamalı tanı testinde verdiği cevapları her sorunun her seçeneği için 1. 2. ve 3. aşamaların frekansları bulunup bu frekanslara göre yüzdelikleri hesaplanmıştır. Her soru için elde edilen veriler aşağıdaki gibi tablolarda belirtilmiştir.

##### 4.1.1.a. Üç aşamalı tanı testinde ışığın yansımaları ile ilgili elde edilen bulgular

**Tablo 1: Birinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans(f)	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	6	12			3	75
B	34	68	29	85	16	47
C	4	8	5	83	3	50
D	1	2			1	100
E	5	10	2	50	4	80

Tablo 1’de öğrencilerin üç aşamalı testin 1. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A şıkkı için;** Ahmet’in çenesindeki sivrisinek ısırığını görebilmesi için feneri tutacağı doğrultunun sorulduğu bu soruya “Fener düzlem aynaya doğru tutulmalıdır.” biçiminde cevap veren öğrenciler altı öğrenci olup aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında bu öğrencilerin beş tanesi birinci aşamadaki cevapla örtüşecek

şekilde c) şıkkındaki çizimi işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerden 3'ü verdikleri cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** Aynı soruya “Feneri kendi çenesine doğru tutmalıdır” cevabını veren öğrenciler %68 kadardır (34 öğrenci). Bu öğrencilerin %85'i (29 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde b) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %47'si (16 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** “Fener ayna düzlemine paralel tutulmalıdır” şeklinde cevaplayan öğrenciler %8 kadardır (4 öğrenci). Bu öğrenciler seçenikle uygun çizimi belirtememişlerdir.

**D Şıkkı:** “Fenerin tutulduğu doğrultunun önemi yoktur” cevabını işaretleyen sadece bir öğrenci vardır. Bu öğrenci verdiği cevaptan emin olduğunu belirtmiştir.

**E Şıkkı:** Boş bırakılan bu şıkta öğrencilerin kendi görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin %10'u görüş belirtmişler ama çizim yapamamışlardır. Öğrencilerin %80'i (4 öğrenci) verdikleri cevaptan emindirler.

**Tablo 2: İkinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

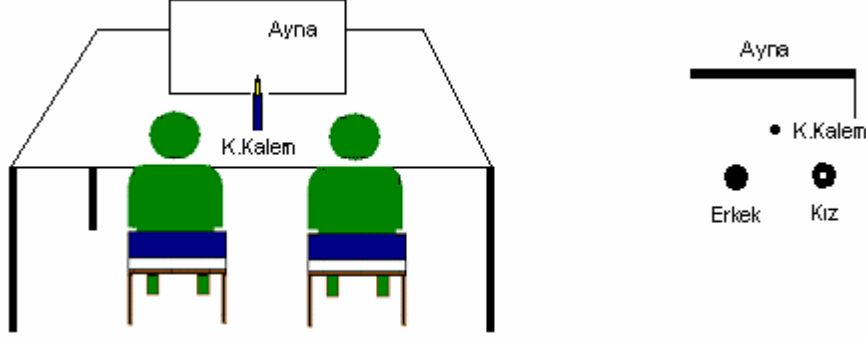
Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizim gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>21</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>38</b>
<b>B</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>53</b>
<b>C</b>	<b>11</b>	<b>22</b>				
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>33</b>		

Tablo 2’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 2. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Soru şu şekildedir; bir düzlem ayna ve bir kursun 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 Şekil 4’de gösterilmiştir. Kalemin görüntüsünün yeri için;

a) İki öğrenci tarafından görülen görüntü yerleri aynıdır.

- b) Erkek öğrencinin görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.  
c) Erkek öğrencinin görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.  
d) \_\_\_\_\_



Öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıdaki gibidir.

**A Şıkkı:** Öğrencilerin %42'si (21 öğrenci) “İki öğrenci tarafından görülen görüntü yerleri aynıdır” cevabını vermişlerdir. Bunların 12'si (%57) aynı sorunun çizim aşamasında seçenkle örtüşen a şıkkını işaretlemişlerdir. Bunlardan sekiz öğrenci verdikleri cevaplardan emindirler (%38).

**B Şıkkı:** “Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün sağındadır.” cevabını veren öğrenciler %30'u kadar olup bu öğrencilerin %60'nın (9 öğrenci) çizimleri verdikleri cevapla uyumludur. Bu öğrenciler verdikleri cevaplardan %53'ü kadar emindirler.

**C Şıkkı:** “Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri kız öğrencinin gördüğü görüntünün solundadır.” cevabını düşünen öğrenciler %22'i (11 Öğrenci) kadar olup cevapla uyumlu çizimini yapan öğrenci olmamıştır.

**D Şıkkı:** Yukardaki seçenekler dışında başka görüşü olanlar D şıkkını işaretlemişlerdir. Başka görüş belirtenler üç öğrenci vardır ancak bu öğrencilerden bir tanesi düşüncesine uygun çizim yapabilmıştır. Öğrenci cevabından emindir.

**Tablo 3: Üçüncü soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizim gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>81</b>	<b>15</b>	<b>68</b>
<b>B</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>16</b>
<b>C</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>17</b>	<b>85</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
<b>D</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

Tablo 3’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 3. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** “Bir düzlem ayna, bir kurşun kalem ve bir lamba bir masanın üstüne yerleştirilmiştir. Deney karanlık bir oda da 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?” sorusuna “Yukarı doğru hareket edecektir.” cevabını veren öğrenciler altı öğrenci olup aynı sorunun çizim aşamasında bu öğrencilerin bir tanesi b) seçeneğindeki şekil daha belirgin olduğu için birinci aşamadaki cevapla örtüşecek şekilde b) şıkkındaki çizimi işaretlemiştir. Bu öğrenci verdiği cevaptan emindir.

**B Şıkkı:** Yukarıdaki soruya “Aşağı doğru hareket edecektir.” cevabını veren öğrenciler %44 kadardır (22 öğrenci). Bu öğrencilerin %81’i (18 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %68’i (15 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** Aynı soruya “Aynı yerinde kalacaktır” cevabını veren öğrenciler %40 kadardır (20 öğrenci). Bu öğrencilerin %85’i (17 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde c) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %60’ı (12 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**D Şıkkı:** Başka görüş belirtenler iki öğrenci vardır bu öğrencilerden ikisi de kendi düşüncesine uygun çizim yapabilmışler ve cevaplarından da emindirler.

**Tablo 4:Dördüncü soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	16	32	8	50	7	43
B	7	14	4	25	4	25
C	25	50	20	80	17	68
D	2	4	1	50	1	50

Tablo 4’de öğrencilerin üç aşamalı 4. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

“Bir gözlemci bir kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir. Gözlemci aynadan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri nasıl değişir?” sorusuna;

**A Şıkkı:** “Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır” cevabını düşünen öğrenciler %32 düşündüklerini çizimle belirten sekiz öğrenci vardır. Sekiz öğrenciden yedisi verdikleri cevaptan emindirler. Aynı şekilde a) şıkkındaki cevapla paralel olan çizim aşamasındaki b) seçeneği de bulunmaktadır. Öğrenciler b) şıkkındaki çizimde dört kişi çizim belirtmiş ve dördü de emindir.

**B Şıkkı:** “Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır” cevabını veren öğrenciler %14(7 kişi) kadardır. Öğrenciler cevapla örtüşecek çizim yapmamış ve belirtmemişlerdir.

**C Şıkkı:** Yukarıdaki soruya yöneltilmiş cevaplardan biride, “Görüntünün yeri değişmeyecektir.” bu cevabı veren öğrenciler %50 kadar olup ve bunun çizim aşamasındaki aynı cevapla örtüşecek çizim belirtenler %80 bu öğrenciler belirttikleri çizimden %68 kadar emindirler.

**D Şıkkı:** Farklı görüş belirten öğrenciler D şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin iki tanesi görüş belirtmiştir. Bu öğrencilerden bir tanesi verdiği görüşle aynı olan çizimi yapmıştır ve emindir. D şıkkında görüş belirten öğrencilerin cevapları yanlıştır.

**Tablo 5:Beşinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	42	84	9	18	6	66
B	8	16	21	42	15	71
C			6	12	2	33
D			8	16	3	37
E			6	12	6	100

Tablo 5’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 5. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Soru 5’te 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 değiştirilmiştir. Öğrenciler bu soruyu üç aşamada cevaplamışlardır. 1.aşamada iki seçenek vardır. Bu seçenekler ve yüzdeleri şöyledir;

**A Şıkkı:** “Gözlemci siyah topu aynada görebilir” cevabını verenler %84 oranında bu cevaptan eminlik durumları ise %62 verdikleri cevaptan emin iken %38 oranında emin değildirlir.

**B Şıkkı:** “Gözlemci siyah topu aynada göremez” cevabını düşünen öğrenciler %16 bu öğrencilerin altı tanesi verdikleri cevaplardan emin iken ikisi emin değildirlir.

5. sorunun 2.aşaması çizim olmayıp 1.aşamada verilen seçeneklerin niçin olduğunu açıklamaktadır. Öğrencilerin bu seçeneklere verdikleri cevaplar aşağıdaki gibidir.

**A Şıkkı:** “Siyah top ışığı emer bu yüzden aynada görülemez.” cevabını düşünen %18 oranında cevaplar verilmiştir altı kişi bu cevaptan emindir.

**B Şıkkı:** Öğrencilerin %42’si “Siyah top ışık yayar bu ışık ışınlarından bazıları doğrusal olarak ilerler ve aynada yansır. Bu nedenle gözlemci siyah topu aynada görebilir.” Cevabını düşünmüşlerdir. Bu öğrenciler verdikleri cevaplardan %71’i kadar emindirler.

**C Şıkkı:** “Siyah top ne ışık saçar ne de ışık yayar.” cevabını düşünen öğrenciler ise %12 verdikleri cevaptan sadece iki kişi emindir.

**D Şıkkı:** Gözlemciden gelen görüntü çizgileri aynadan yansır ve sonra siyah topu etkiler düşüncesinde olan öğrenciler %16 bu düşünceden emin olma durumları da şu şekildedir. Üç öğrenci verdiği cevaptan emindir.

**E Şıkkı:** Yukarıdaki seçenekler dışında cevap veren öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrencilerin %12'si farklı görüş belirtmişlerdir. Görüş belirten öğrencilerin hepsi verdikleri cevaptan emindirler.

**Tablo 6: Altıncı soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	1	2	1	14		
B	7	14				
C	28	56	26	92	25	89
D	14	28				
E			14	100	8	57

Tablo 6'da öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 6. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynanın tepe noktasına düşen ışık ışını hangi yolu izler? Şeklindeki soruya öğretmen adaylarının verdiği cevaplar aşağıdaki gibidir:

**A Şıkkı:** “Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.” cevabını veren 1 kişidir (%2) verdiği cevabı çizim aşamasında belirten olmamıştır. Çizim aşamasındaki seçenek ise d) seçeneğidir.

**B Şıkkı:** “Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %14 ve bunun 2.aşama olan çizimi cevaplayan ise bir kişidir ve bu seçenek a) seçeneğidir. Öğrenci çizimden emin değildir.

**C Şıkkı:** “ Çukur aynada yansiyarak yoluna devam eder.” C şıkkını işaretleyen öğrenciler 1.aşamada %56, 2.aşama olan çizimi belirtenler ise %92'dir. Verdikleri cevaptan %89'ü emindirler.

**D Şıkkı:** Yukarıdaki seçenekler dışında görüş belirtenler %28 bu görüşü çizimle destekleyenler %100'dür. Öğrencilerin çizimleri çizim aşamasındaki c)



seçeneğindeki çizimle aynıdır. Öğrenciler verdikleri cevaptan %57(8 kişi) kadar emindirler.

**Tablo 7:Yedinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	3	6	6	85	3	42
B	4	8				
C	7	14				
D ve E	36	72	2	50	2	50
F						
G			1	3		
H						
I			33	66		

Tablo 7’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 7. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Soru 7’de bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya gelen ışık ışının izlediği yol sorulmuştur. Bu soruda kavram aşamasında 5 seçenek verilirken çizim aşamasında ise 9 seçenek verilerek düşüncelerine uygun seçeneği seçmeleri istenmiştir.

**A Şıkkı:** Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder cevabını veren öğrenciler %6 kadardır. 2.aşama olan çizim aşamasında ise çizim belirtenler olmamıştır ve bu seçenek H seçeneğidir.

**B Şıkkı:** Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder. Cevabını veren öğrenciler %8(4 kişi) kadardır. Aynı sorunun çizim aşamasında ise kırılma ile ilgili çizimler üç seçenekte verilmiş ancak öğrenciler sadece e) seçeneğindeki çizimi belirtmişlerdir. Bu öğrenciler iki kişidir ve cevaplarından emindirler.

**C Şıkkı:** Çukur aynada yansıdıktan sonra odak noktasından geçerek yoluna devam eder cevabını veren öğrenciler %14 kadar olup cevapla örtüşecek çizimi seçen öğrenciler altı kişidir ve çizim seçeneği ise a) şıkkıdır. Öğrencilerin üç tanesi verdikleri cevaptan emindirler.

**D Şıkkı:** Çukur aynadan yansıyarak yoluna devam eder. Cevabını veren öğrenciler %12 oranındadır. Bu öğrencilerden üç tanesi cevapla örtüşecek çizimi seçmiştir ve cevaplarından emindirler.

**E Şıkkı:** Farklı görüş belirten öğrenciler aslında D seçeneğindeki cevapla benzer cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin genel olarak belirttikleri düşünce “merkezden gelen ışın merkezden geçecek şekilde yansır” cevabı olmuştur. Öğrencilerin farklı görüş belirtenleri %60 kadardır. Ancak seçeneklerdeki çizimler dışında çizim belirten öğrenci 1 kişidir. Bu öğrencinin çizdiği çizim ise merkezden gelen ışın yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder şeklinde olan bir çizimdir ve öğrenci çizdiği çizimden emindir. Öğrencilerin 27 tanesi 1) seçeneğindeki çizimi seçmiştir ve görüşleri ile aynıdır.

**Tablo 8:Sekizinci soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	3	6	2	66	2	66
B	12	24	2	16	2	16
C	21	42	2	16	1	8
D	14	28	20	95	18	85
E						

Tablo 8’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 8. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya gelen ışık ışını nasıl bir yol izler sorusuna öğrencilerin şıklara hangi oranda cevap verdikleri şu şekildedir.

**A Şıkkı:** “Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %6 kadardır. 2.aşama çizim aşaması ile örtüşecek çizimi seçen iki kişidir. Öğrencilerin ikisi de cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** “Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %24 oranındadır. Cevapla örtüşecek çizimi seçenler iki seçeneği seçmişlerdir. B ve c seçenekleri cevapla uyumlu olan seçenektir. Çizim aşamasındaki b) seçeneğini seçen iki kişidir ve ikisi de cevaplardan emindirler. C seçeneğini seçenler de iki kişidir bunlardan bir tanesi sadece verilen cevaptan emindir.

**C Şıkkı:** Aynı soruya “Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” Cevabını veren öğrenciler %42 kadar olup bu cevabın 2.aşaması olan çizim aşamasındaki d) şıkkındaki çizimle örtüşen cevabı belirtenler ise %95(20 öğrenci) oranındadır. Verilen cevaptan emin olma durumu ise %85(18)öğrenci kadardır.

**D Şıkkı:** Farklı görüş belirtenler 14 kişi olup farklı çizim yapan olmamıştır. Fakat öğrencilerin 14 tanesi de d) şıkkındaki çizimi seçmişlerdir.

**Tablo 9:Dokuzuncu soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	3	6	1	1		
B	10	20	16	64	15	60
C	25	50	1	33	1	33
D	12	24				
E			2	16	2	16

Tablo 9’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 9. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını nasıl bir yol izler? Sorusuna aşağıda 1.ve 2.aşamada verdikleri cevaplar yüzdesi belirtilmiş olup en sonunda eminlik durumları belirtilmiştir.

**A Şıkkı:** “Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %6 bu cevabı çizimde belirten bir kişidir verdiği cevaptan da emindir.

**B Şıkkı:** “Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren %20(10 kişi) bu cevabı çizimle belirten bir öğrencidir. Bu öğrenci verdiği cevap ve çizimden emin değildir.

**C Şıkkı:** Yukarıdaki soruya “Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %50 kadardır (25 öğrenci). Bu öğrencilerin %64’ü (16 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde b) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %60’ı (15 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**D Şıkkı:** Aynı soruya farklı görüş belirten öğrenciler %24(12 kişi) kadardır. Seçenekler dışında belirttikleri görüşle aynı çizimi yapanlar ise iki kişidir. Bu öğrenciler cevap ve çizimlerinden emindirler.

**Tablo 10: 10. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>22</b>
<b>B</b>	<b>9</b>	<b>18</b>				
<b>C</b>	<b>27</b>	<b>54</b>	<b>21</b>	<b>77</b>	<b>17</b>	<b>62</b>
<b>D</b>	<b>13</b>	<b>26</b>				
<b>E</b>			<b>3</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>15</b>

Tablo 10’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 10. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını nasıl bir yol izler sorusuna cevaplar aşağıdaki gibidir.

**A Şıkkı:** “Tümsek aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder”. Bu cevabı veren öğrenciler %2(1 öğrenci) verilen bu cevapla örtüşen çizimi seçen öğrenci bulunmamaktadır.

**B Şıkkı:** “Tümsek aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %18 kadardır (9 öğrenci). Bu öğrencilerin %33’ü (3 öğrenci) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %22’si (2 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** Yukarıdaki soruya “Tümsek aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %54 kadar olup aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında bu öğrencilerin %77’si cevapla örtüşecek şekilde c) şıkkındaki çizimi işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerden %62’si verdikleri cevaplardan emindirler.

**D Şıkkı:** Farklı görüş belirtenler %26(13 öğrenci) kadardır. Görüşleri ile paralel olan çizim belirten üç öğrenci vardır. Bu öğrencilerden ikisi görüş ve çiziminden emindirler.

**Tablo 11: 11. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	4	8	14	46	14	46
B	30	60				
C	2	4	5	55	5	55
D	9	18	1	25	1	25
E	5	10	3	60	2	40

Tablo 11’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 11. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** Bir kurşun kalem bir tümsek aynanın önüne konulmuştur. Tümsek aynada kurşun kalemin görüntüsü nerede ve nasıl oluşur? Sorusuna “ Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden büyük oluşur” cevabını düşünen öğrenciler %8’i kadar olup bu öğrenciler aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında %25’i(1 öğrenci) cevapla örtüşecek şekilde d) şıkkındaki çizimi işaretlemiş ve seçtiği çizimden de emindir. Bu öğrencilerden %8’i de verdikleri cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** “Tümsek aynanın arkasında, sanal, düz ve cisimden küçük oluşur.” cevabını veren %60’ı kadardır. Aynı sorunun 2. aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek çizimi belirten %46 oranında olup bu öğrenciler verdikleri cevaptan %46 kadar emindirler.

**C Şıkkı:** “Tümsek aynanın arkasında, gerçek, ters ve cisimden küçük oluşur.” cevabını veren öğrenciler %4 kadardır. Aynı sorunun çizim aşamasında cevapla aynı olan çizimi belirten öğrenci olmamıştır.

**D Şıkkı:** Yukarıdaki soruya “Tümsek aynanın arkasında, sanal, ters ve cisimden küçük oluşur.” cevabını veren öğrenciler dokuz kişidir. Bu öğrencilerden beş tanesi aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde c) şıkkındaki çizimi işaretlemişlerdir. Öğrencilerden beşi de verdikleri cevaplardan emindirler.

**E Şıkkı:** Farklı görüş belirtenler %10 oranındadır. Görüşlerine uygun çizim belirten üç kişidir. Bu öğrencilerden iki tanesi cevap ve görüşlerinden emindirler.

**Tablo 12: 15. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	3	6	1	33		
B	36	72				
C	3	6	30	83	25	83
D	8	16	2	25	2	25

Tablo 12’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 15. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** “Bir çukur aynanın tam odak noktasında bulunan bir kurşun kalemin görüntüsü için verilen seçeneklerden hangisi doğrudur?” Sorulan soruya “Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.” cevabını veren öğrenciler 3 öğrenci olup bu öğrencilerin aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında birisi cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkındaki çizimi işaretlemiştir. Bu öğrenci verdiği cevaptan da emin değildir.

**B Şıkkı:** Yukarıda belirtilen soruya “Görüntü sonsuzda oluşur” cevabını düşünen öğrenciler %72 verilen cevapla örtüşecek çizimi belirten öğrenciler %83 oranında olup bu öğrencilerin %83’ü verdikleri cevaptan emindirler.

**C Şıkkı:** “Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.” cevabını veren öğrenciler %6 verilen cevapla aynı olan çizimi belirten öğrenciler olmamıştır.

**D Şıkkı:** Yukarıdaki seçenekler dışında farklı görüşü olanlar d seçeneğinde belirtmeleri istenmiştir. Farklı görüş belirtenler %16 ve bunun yanında farklı çizim belirtenlerde iki öğrencidir. Öğrencilerin ikisi de çizim ve görüşlerinden emindirler.

#### 4.1.1.b. Üç aşamalı tanı testinde ışığın doğası ile ilgili elde edilen bulgular

**Tablo 13: 12. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	13	26	6	46
B	13	26	8	61
C	5	10	3	60
D	19	38	11	57

Tablo 13’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 12. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken hangisi değişmez? Sorusuna A şıkkında “Dalga boyu değişmez.” cevabını veren öğrenciler %26 verdikleri cevaptan altı tanesi emindir.

**B Şıkkı:** Aynı soruya “Frekansı değişmez.” cevabını veren öğrenciler %26 bu öğrenciler verdikleri cevaptan sekiz tanesi emindir.

**C Şıkkı:** A şıkkında belirtilen soruya öğrencilerin %10’u “Hızı değişmez” cevabını vermişlerdir. Bu soruya verdikleri cevaptan emin olma durumları ise üç kişi emindir.

**D Şıkkı:** Yukarıda verilen soruya “şiddeti değişmez” cevabını düşünen öğrenciler %38 bu öğrenciler verdikleri cevaptan %57 kadar emindirler.

**Tablo 14: 13. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	22	44	18	81
B	6	12	4	66
C	16	32	7	43
D	6	12		

Tablo 14’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 13. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

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

ne olur sorusuna aşağıda seçenekler verilmiş ve bu seçeneklere öğrencilerin yüzde kaçını cevap vermiştir belirtilmiştir.

**A Şıkkı:** Yine  $3 \times 10^8$  m/s olur. Soruda belirtilenle aynı cevabı veren öğrenciler %44'ü kadar olup ve bu öğrencilerden %81'i kadar verdiği cevaptan emindirler.

**B Şıkkı:** “Merminin tahta bloğu delip geçerken hızının azalmasına benzer olarak hızı azalır ve  $2 \times 10^8$  m/s olur”. Cevabını düşünen öğrenciler %12 kadar olup bu cevaptan dört kişi emindir.

**C Şıkkı:** Birdenbire artar ancak  $3 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur cevabını veren öğrenciler %32 kadar olup yedi tanesi bu cevaptan emindir.

**D Şıkkı:** Aynı soruya  $2 \times 10^8$  m/s 'den daha düşük olur. Cevabını düşünüp belirten öğrenciler %12 ve bu öğrenciler belirttikleri cevaptan emin değildirler.

12. ve 13. sorularda ikinci aşama olan çizim aşaması bulunmamaktadır. Çünkü bu sorularda ışığın yayılması ve doğasından bahsedildiği için çizim gerektiren bir konu değildir. Ayrıca 12. ve 13. sorularında soru belirtildikten sonra verdikleri cevapların nedenleri istenmiştir ancak öğrenciler cevap belirtirken sebep belirtmemişlerdir.

#### 4.1.1.c. Üç aşamalı tanı testinde ışığın kırılması ile ilgili elde edilen bulgular

**Tablo 15: 14. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizim gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>85</b>	<b>6</b>	<b>42</b>
<b>B</b>	<b>35</b>	<b>70</b>	<b>20</b>	<b>57</b>	<b>17</b>	<b>48</b>
<b>C</b>	<b>1</b>	<b>2</b>				
<b>D</b>						

Tablo 15’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 14. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir gözlemci bir akvaryumun içinde bulunan balığa dik doğrultuda bakmaktadır. Öğrencilerden doğru olan seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Aşağıda seçenekler ve öğrencilerin cevaplama yüzdeleri belirtilmiştir.



**A Şıkkı:** “Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha uzakta görür.” cevabını veren öğrenciler %28 bu cevapla örtüşecek çizimi işaretleyenler %85 kadar olup verilen cevaptan emin olma durumu %42 oranındadır.

**B Şıkkı:** “Gözlemci, balığı balığın bulunduğu konumdan daha yakında görür.” cevabını düşünen öğrenciler %70 bu cevabın 2. aşaması olan çizim aşamasında çizim belirtenler ise %57 oranındadır öğrenciler bu cevaplardan %48’i kadar emindirler.

**C Şıkkı:** Yukarıda belirtilen soruda öğrencilerden “Gözlemci, balığı balığın bulunduğu gerçek konumunda görür.” Cevabını veren %2(1 kişi) verilen cevapla aynı çizimi belirten olmamıştır.

**D Şıkkı:** D seçeneği öğrencilerin farklı görüş belirtmeleri için verilmiştir. 1. aşamada farklı görüş belirten olmamıştır. 2. aşamada ise çizim belirten olmamıştır.

**Tablo 16: 16. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizim gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	11	22	8	4	4	36
B	21	42	16	16	16	76
C	8	16	6	2	2	25
D	6	12	2	33		
E	4	8				

Tablo 16’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 16. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Bir ince kenarlı merceğe herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının izlediği yol ile ilgili bir soru sorulmuş öğrencilerden doğru seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Seçenekler aşağıdaki gibidir.

**A Şıkkı:** “İnce kenarlı merceğin ikincil odağından geçerek kırılır.” cevabını veren öğrenciler %22 kadardır (11 öğrenci). Bu öğrencilerin %72’si (8 öğrenci) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %36’sı (4 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** “İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.” cevabını veren öğrenciler %42 kadar olup 2.aşamadaki verilen cevapla örtüşen çizimi seçen öğrenciler %76(16 öğrenci) oranındadır. Öğrenciler verdikleri cevap ve çizimden %76 kadar emindirler.

**C Şıkkı:** “Yukarıdaki soruya ince kenarlı merceğin ikinci merkez noktasından geçerek kırılır.” cevabını veren öğrenciler sekiz kişidir. Cevapla örtüşecek çizimi belirtenler altı kişidir. Bu öğrencilerden iki tanesi verdikleri cevaplardan emindirler.

**D Şıkkı:** Farklı görüş belirten öğrenciler %12(6 öğrenci) kadardır. Bu görüşler genellikle ışık ışının ince kenarlı merceğin odak noktası ile merkez noktası arasından geçerek kırılır cevabını yazmışlardır. Cevapla örtüşecek çizimi yapan öğrenciler iki kişidir. Görüş ve çizimlerinden ikisi de emindirler.

**E Şıkkı:** “İnce kenarlı mercekten yansıyarak yoluna devam eder.” cevabını veren öğrenciler %8(4 öğrenci) kadardır. Verilen cevaba paralel çizim bulunmamakta öğrenciler boş seçenekte de çizmemişlerdir.

**Tablo 17: 17. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
A	6	12	2	33	1	16
B	16	32	12	75	8	50
C	13	26	5	62	2	25
D	8	16				
E	7	14				

Tablo 17’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 17. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A şıkkı için;** “Bir ışık ışını kalın kenarlı merceğin yarı odak uzaklığı doğrultusunda kalın kenarlı merceğe geliyor. Kalın kenarlı mercekten sonra hangi yolu izler?” Sorulduğu bu soruya “Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır”. Cevabını veren öğrenciler %12 kadar olup bu öğrenciler aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında bu öğrencilerin %33’ü (2 öğrenci) cevapla örtüşecek şekilde

a) şıkkındaki çizimi işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerden verdikleri cevap ve çizimden bir tanesi emindir

**B Şıkkı:** Aynı soruya “Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır” cevabını düşünen öğrenciler %32 kadar olup bu öğrenciler aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında %75’i cevapla örtüşecek şıkkı işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerden %50’si verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** “Işık ışınının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” cevabını düşünen öğrenciler %26 kadar olup bu öğrenciler çizim aşamasında cevapla örtüşecek çizim belirtmemişlerdir.

**D Şıkkı:** Öğrencilerin kendi görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Bu öğrencilerin %16’sı görüş belirtmişler bu görüşlerin %62’si c) şıkkındaki çizimle uyumludur. Öğrencilerin %25’i (2 öğrenci) görüş ve çizimden emindirler.

**E Şıkkı:** “Işık ışınının uzantısı ikincil odak noktasından geçecek şekilde kırılır.” cevabını işaretleyen öğrenciler 1.aşamada %14(7 öğrenci) oranındadır ancak bu cevaba uygun çizim belirtmemişlerdir.

**Tablo 18: 18. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizim gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>16</b>
<b>B</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>89</b>	<b>22</b>	<b>78</b>
<b>C</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>20</b>
<b>D</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>36</b>		

Tablo 18’de öğrencilerin üç aşamalı tanı testin 18. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** “İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.” cevabını veren öğrenciler %12 kadardır (6 öğrenci). Bu öğrencilerin %50’i (3 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %16’si (1 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** Aynı soruya “İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.” cevabını veren öğrenciler %56 kadardır (28 öğrenci). Bu öğrencilerin %89’i (25 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde b) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %78’si (22 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** “İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” Cevabını veren beş öğrenci olup aynı sorunun ikinci aşamasında cevapla paralel olan çizimi seçen de dört kişidir. Bu öğrencilerden sadece bir kişi verdikleri cevaptan emindir.

**D Şıkkı:** Yukarıdaki seçenekler dışında farklı görüş belirtenler %22(11 öğrenci) kadardır. Bu öğrencilerden dört tanesi görüşlerine uygun çizim yapmışlardır. Ayrıca öğrenciler belirttikleri görüş ve çizimlerden emin değildirlere.

**Tablo 19: 19. soruya verilen cevapların yüzde ve frekansları**

Seçenek	1. Aşama (Kavram)		2. Aşama (Çizip gösterme)		3. Aşama (Emin Olma)	
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde (%)
<b>A</b>	<b>29</b>	<b>58</b>	<b>22</b>	<b>75</b>	<b>21</b>	<b>72</b>
<b>B</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>58</b>	<b>5</b>	<b>41</b>
<b>C</b>	<b>4</b>	<b>8</b>				
<b>D</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>40</b>

Tablo 19’de öğrencilerin üç aşamalı 19. Soru için verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**A Şıkkı:** “Kalın kenarlı mercekte kursun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.” cevabını veren öğrenciler %58 kadardır (29 öğrenci). Bu öğrencilerin %75’i (22 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde a) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %72’si (21 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**B Şıkkı:** Aynı soruya “Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.” cevabını veren öğrenciler %24 kadardır (12 öğrenci). Bu öğrencilerin %58’i (7 kişi) aynı sorunun ikinci aşaması olan çizim aşamasında cevapla örtüşecek şekilde b) şıkkını işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin de %41’si (5 öğrenci) verdikleri cevaplardan emindirler.

**C Şıkkı:** “Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur Cevabını veren dört öğrenci olup aynı sorunun ikinci aşamasında cevapla örtüşen çizimi belirten olmamıştır.

**D Şıkkı:** Yukarıdaki seçenekler dışında farklı görüş belirtenler %10(5 öğrenci) kadardır. Bu öğrencilerden iki tanesi görüşlerine uygun çizim yapmışlardır. Ayrıca öğrencilerden ikisi belirttikleri görüş ve çizimlerden emindirler.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde öğretmen adaylarının üç aşamalı tanı testi ile zihinsel modellerini belirleme amacıyla yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgulara yönelik tartışma yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının ışığın yansımaları, kırılması ve doğası ile ilgili bilgi ve uygulamada yeterliliğe sahip olup olmadıkları değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının sayısal olarak %50 ve üstü doğru cevap vermeleri durumunda akademik bilgiye sahip olma, bilgiyi uygulayabilme ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapabilme yeterliliğine sahip olduğu varsayılmıştır. Elde edilen sonuçlar çalışmanın alt amaçlarına paralel olarak aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

### 5.1. Üç Aşamalı Tanı Testinin Sonuçları ve Değerlendirilmesi

#### 5.1.1. Işığın yansımaları ile elde edilen sonuçlar

- Öğretmen adayları 1. sorunun 1. aşamasına %68 (34 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Birinci aşama görme olayı ile ilgili kavramsal bilgiyi sorguladığından öğretmen adayları düzlem aynada görüntü ile ilgili ışık kaynağının yönü konusunda yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamaya doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada %58 (29 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediğinden kavramsal bilgiye sahip olanların çoğu uygulamada yeterli seviyededirler denilebilir. 1.soru için ışığın yansımaları ile ilgili genel olarak öğretmen adayları bilimsel bilgi ve bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahiptirler.
- Öğretmen adayları 2. sorunun 1. aşamasına %42 (21 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu bakımdan öğretmen adaylarının gözlemci ve görüntünün yeri konusunda kavramsal bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu görülmektedir. 1.aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada %24 (12 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Yetersiz kavramsal bilgiye sahip olan öğretmen adaylarının görüntü ve gözlemcinin yerlerini belirlemede zayıf düzeyde oldukları anlaşılmaktadır. 2. Soruda öğretmen adaylarının ışığın yansımaları ile ilgili bilimsel bilgi ve bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahip olmadıkları ortaya çıkmaktadır.

- Öğretmen adaylarının %40'ı (20 kişi) 3. sorunun 1. aşamasına doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının görüntü ve ışık kaynağının yeri konusunda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %34 (17 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden dolayı uygulama aşamasında da yeterli düzeyde bilimsel bilgiye sahip değildirler.
- Öğretmen adaylarının 4. sorunun 1. aşamasına %50 (25 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının görüntü ve gözlemcinin yeri ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %36 (18 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden bilimsel bilgiyi uygulamada zayıf düzeyde oldukları söylenebilir. 4. soru için öğretmen adayları ışığın yansıması ile ilgili bilimsel bilgiye sahip fakat bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahip olmadıkları anlaşılmıştır.
- 5.sorunun 1.ve 2. aşamaları kavramsal bilgiyi ölçmeye yönelik sorulardır. Öğretmen adayları 1. aşamada %84 (42 kişi) 2. aşamada %42 (21 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlediklerinden öğretmen adaylarının 1. aşama için kavramsal bilgide yeterli, 2. aşama için kavramsal bilgi bakımından zayıf düzeyde oldukları söylenebilir.
- Öğretmen adayları 6. sorunun 1. aşamasında %56 (28 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları çukur aynada özel ışınlar ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. Öğretmen adayları 6. soruda hem 1. aşamada kavramsal bilgi bakımından hem de 2. aşamada %52 (26 kişi) bilimsel bilgiyi uygulamada yeterli seviyededirler denilebilir.
- Öğretmen adayları 7. sorunun 1. aşamasında %72 (36 kişi) oranında yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada da %66 (33 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Katılımcı öğretmen adayları çukur aynada özel ışınlar hakkında bilimsel bilgiyi uygulamada ve kavramsal bilgiye sahip olma bakımından yeterli seviyededirler denilebilir.
- Öğretmen adayları 8. sorunun 1. aşamasında %42 (21 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının tümsek aynada özel ışınlar ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. Öğretmen adaylarından 1.

aşamaya doğru cevap verenlerin 2. aşamada %40 (20 kişi) oranında doğru cevap verdikleri ve bilimsel bilgiyi uygulamada zayıf düzeyde oldukları anlaşılabilir. Işığın yansıması ile ilgili 8. Soru için öğretmen adayları hem bilimsel bilgide hem de bilgiyi uygulayabilmede yeterli düzeyde değildirler.

- Öğretmen adayları çukur aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışınının çukur aynadan yansıması hakkındaki 9. sorunun 1. aşamasına %50 (25 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları çukur aynada ışık ışını ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. Öğretmen adaylarından 1. aşamaya doğru cevap verenler 2. aşamada da %32 (16 kişi) bilimsel bilgiyi uygulamada zayıf düzeydedirler. 9. soru için öğretmen adayları yeterli bilimsel bilgiye sahip fakat bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahip değildirler.
- Öğretmen adayları 10. sorunun 1. aşamasında %54 (27 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu bakımdan tümsek aynaya herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını ile ilgili olan bu soruda öğretmen adaylarının kavramsal bilgi düzeylerinin yeterli seviyede olduğu söylenebilir. 1. aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada %42 (21 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. 10. soruda öğretmen adayları yeterli bilimsel bilgiye sahip iken bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahip değildirler.
- Öğretmen adayları 11. sorunun 1. aşamasına %60 (30 kişi) oranında doğru cevap vermişler ve yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada %46 (14 kişi) oranında doğru cevap vermişler ve bilimsel bilgiyi uygulamada yeterli seviyede değildirler. Öğretmen adayları 15. sorunun 1. aşamasında %72 (36 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili yeterli kavramsal bilgi düzeyindedirler. 1. aşamada doğru cevap veren öğretmen adayları 2. aşamada %60 (30 kişi) doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Bu durumda öğretmen adaylarının çukur aynada görüntü oluşumu ile ilgili bilimsel bilgiyi uygulamada da yeterli seviyede oldukları anlaşılabilir.

Genel olarak öğretmen adayları ışığın yansıması konusunda bilimsel bilgiye uygun olmayan zihinsel modeller ortaya sergilemişlerdir..



### 5.1.2. Işığın doğasından elde edilen sonuçlar

- 12. Soru, kırılma ve ışığın doğası ile ilgili kavramsal bilgiyi sorgular niteliktedir. Öğretmen adayları bu soruda %26 (13 kişi) oranında doğru cevap verebilmişler ve ışığın kırılması sırasında ışığın doğası ile ilgili yeterli bilimsel bilgi düzeyinde değildirler.
- 13. Soru ışığın doğası ile ilgili kavramsal bilgiyi sorgulamak üzere oluşturulmuştur. Öğretmen adayları %44 (22 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının ışığın doğası ile ilgili yeterli bilimsel bilgiye sahip değildirler.  
Öğretmen adayları 12. ve 13. soruda cevap belirtirken verdikleri cevapların nedenlerini belirtememişlerdir.

### 5.1.3. Işığın kırılması ile ilgili sonuçlar

- Öğretmen adayları 14. sorunun 1. aşamasına %2 (1 kişi) oranında doğru cevap vermiştir ve ışığın kırılması ile ilgili yeterli bilimsel bilgi düzeyinde değildirler. Ayrıca cevapla örtüşecek çizimi belirtebilen öğretmen adayı bulunmamaktadır.
- Öğretmen adayları 16. sorunun 1. aşamasına %22 (11 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. İnce kenarlı mercekte ışık ışını ile ilgili soruda öğretmen adayları yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %16 (8 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Bu durumda öğretmen adayları bilimsel bilgiyi uygulamada yeterli seviyede değildirler. Öğretmen adayları 16. soru için ışığın kırılması ile ilgili hem bilimsel bilgide hem de bilimsel bilgiyi uygulayabilmede gerekli yeterliliğe sahip değildirler.
- Öğretmen adayları 17. sorunun 1. aşamasında %16 (8 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte ışık ışınlarının davranışı ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %10 (5 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Öğretmen adayları bilimsel bilgiyi uygulamada da yeterli seviyede olmadıkları anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları 18. sorunun 1. aşamasında %56 (28 kişi) oranında doğru cevap

vermişlerdir. Öğretmen adayları yeterli kavramsal bilgiye sahiptirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %50 (25 kişi) doğru şıkkı işaretlemişlerdir. İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu ile ilgili soruda öğretmen adayları hem bilimsel bilgiyi uygulamada hem de bilimsel bilgi düzeyi bakımından yeterli düzeydedirler.

- Öğretmen adayları 19. sorunun 1. aşamasında %24 (12 kişi) oranında doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları kalın kenarlı mercekte görüntü oluşumu ile ilgili soruda yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. 1. aşamada doğru cevap verenler 2. aşamada %2 (1 kişi) oranında doğru şıkkı işaretlemişlerdir. Öğretmen adayları bilimsel bilgiyi uygulamada da zayıf düzeydedirler. 19. soru için öğretmen adayları ışığın kırılması hakkında bilimsel bilgi ve bilimsel bilgiyi uygulayabilme yeterliliğine sahip değildirler.

Işığın kırılması bölümünde öğretmen adaylarının hem bilgi düzeyleri hem de uygulama düzeyleri zayıftır. Öğretmen adayları yeterli kavramsal bilgiye sahip değildirler. Yeterli kavramsal bilgi bulunmadığı için uygulamaya aktarmada da uygun seviyede değildirler. Bunun başlıca sebepleri arasında ışığın kırılması konusu dönem sonuna denk geldiği için konuya yeterince zaman ayırlamamış olması, öğretmen adaylarının laboratuvar deneyleri veya etkinlikler yapmamış olmaları gösterilebilir. Sonuç kısmından özetle aşağıdaki tablo çıkarılmıştır.

**Tablo 20: Sonuç bölümünden elde edilen veriler**

	soru	Bilgi ve uygulama var	Bilgi var uygulama yok	Bilgi ve uygulama yok	Bilgi yok uygulama var
ışığın yansınma	1	x			
	2			x	
	3			x	
	4		x		
	5				
	6	x			
	7	x			
	8			x	
	9		x		
	10		x		
	11		x		
	15	x			
ışığın doğası	12				
	13				
ışığın kırılması	14			x	
	16			x	
	17			x	
	18	x			
	19			x	

Tablo 20'ya göre öğretmen adayları ışığın yansınması konusunda genel olarak bilimsel bilgiye sahiptirler. Fakat bilimsel bilgiyi uygulamaya aktarmada zayıf düzeyde oldukları yukarıdaki tablodan anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları 1, 6, 7, ve 15. sorularda yeterli bilgi ve beceriye sahiptirler. 5.sorunun tüm aşamaları sadece bilgi düzeyinde soru barındırdığı için uygulama ile ilgili bir yorum yapılmayıp tabloda da belirtilmemiştir. 4, 9, 10 ve 11. sorularda ise öğretmen adaylarında akademik bilgi yeterliliği olduğu halde bilgiyi uygulamaya geçirmede aynı şekilde yeterliliğe sahip olmadıkları ve dolayısıyla zihinsel modelleme yapamadıkları görülüyor. Ayrıca 2, 3 ve 8. sorularda öğretmen adaylarında hem teorik bilgi hem de bilgiyi uygulamaya aktarma bulunmamaktadır.

Işığın doğasıyla ilgili olan 12. ve 13. sorular sadece bilimsel bilgiyle ilgili aşamalardan oluştuğu için tabloda belirtilmemiştir. Öğretmen adaylarının bu soruların aşamalarına verdiği cevaplara göre ışığın doğasıyla ilgili öğretmen adaylarında bilimsel bilgi yeterliliği olmadığı sonucu çıkarılabilir.

Işığın kırılmasıyla ilgili öğretmen adayları 14, 16, 17 ve 19. sorulardan bilimsel bilgi aşamasına da uygulama aşamasında doğru cevap vermemişlerdir. Sadece 18. soruda hem bilimsel bilgiyi doğru belirtmişler hem de uygulamaya aktarabilmişlerdir. Işığın kırılmasıyla ilgili öğretmen adaylarının akademik bilgi yetersizliği ve uygulamaya aktaramama zayıflığı bulunmaktadır. Öğretmen adayları kırılma konusunda modellemede zayıf düzeydedir. Bunun sebebi müfredatta kırılma konusunun sonlarda bulunması ve öğretmen adaylarının bu konuyu yeterince işleyemediklerinden kaynaklanmış olabilir.

Öğretmenler adaylarının zihinsel modelleme düzeylerini belirlemek için üç aşamalı tanı testin her sorunun her aşamasına puan verilmiştir. Puanlama sistemi ise doğru cevap veren öğretmen adaylarına 1 (bir) yanlış cevap veren öğretmen adaylarına 0 (sıfır) puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Testin üçüncü aşaması eminlik durumu olduğu için bu aşamanın puanlaması hesaba katılmamıştır. Çünkü öğretmen adayları hem doğru yaptıkları soruya hem de yanlış cevapladıkları soruya emin olduklarını belirtmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Işığın kırılması, yansınması ve doğası ile ilgili tablodaki puanlara göre ayrı ayrı düzeyler belirlenmiştir. Düzeyler aşağıdaki gibi %' lik değere göre belirlenmiştir.

- 100-85 "üst düzey" (36-30)
- 85-70 "iyi düzey" (29-25)
- 70-56 "orta düzey" (24-20)
- 55-35 "1.zayıf düzey"(19-12)
- 35-0 "2.zayıf düzey" (11-0)

**Tablo 21: Mental modellerde düzeyler**

<b>Düzeyle</b>	<b>Yüzdellek %</b>	<b>Öğretmen aday sayısı</b>
<b>Üst düzey</b>	100-85 (36-30)	-
<b>İyi düzey</b>	85-70 (29-25)	2
<b>Orta düzey</b>	70-56 (24-20)	20
<b>1. zayıf düzey</b>	55-35 (19-12)	20
<b>2. zayıf düzey</b>	35-0 (11-0)	8

Yukarıdaki tablodan da anlaşıldığı gibi öğretmen adayları modelleme yapamamışlardır. 28 öğretmen adayı zayıf düzeyde iken orta düzeyde 20 iyi düzeyde ise 2 tanedir. Öğretmen adayları mental modellemede zayıf düzeydedirler.

## 6. ÖNERİLER

1- Öğretmen adaylarının öğretim programlarında yer alan geometrik optik konuları ile ilgili bilgi eksikliklerinin olması, gelecekteki meslek yaşantıları sırasında bu konularla ilgili öğretimi gerçekleştirecekleri zaman güçlükler yaşayabileceklerini düşündürmektedir. Yaşanabilecek bu güçlüklerin, öğrencilerde kavram yanlışlarına ve öğrenme zorluklarına sebep olabileceği tahmin edilebilir. Dolayısıyla adayların uzmanlaştıkları alanlarda kendi eksikliklerinin farkına varmaları sağlanmalı, bu eksikliklerin giderilebilmesi ve adayların kendilerini geliştirebilmesi özendirilmelidir.

2- Öğretmen adaylarının geometrik optik konusunda zihinsel modelleri belirlenirken hayal etme becerilerine, kavramları şekillerle gösterme becerilerine ve her iki beceriyi birlikte düşünebilmelerine yönelik çalışmalar yapılabilir.

3- Geometrik optik konusundaki konuların çoğu çizim, şekil ve görüntüden oluştuğu için adayların laboratuvar derslerinde bu konuları daha iyi pekiştirmeleri önerilebilir.

4- Öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak için zihinsel modellerini belirleyecek çalışmalar yapılabilir.

5- Fen Bilimleri Eğitimi lisans programında geometrik optik diye bir ders bulunmamaktadır. Ancak konu az da olsa Genel Fizik III dersinde içerik olarak yer almaktadır. Lisans programına ayrıca bir ders olarak konulması ve laboratuvar deneyleri için de laboratuvar saati eklenmesi uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Arslan, A. ve Doğru, M. 2013. Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin İlköğretim Öğrencilerinin Anlama, Hatırda Tutma, Yaratıcılık Düzeyleri İle Zihinsel Modelleri Üzerine Etkisi.
- Arslan, A. S. ve İyibil, U. 2010. Fizik Öğretmen Adaylarının Yıldız Kavramına Dair Zihinsel Modelleri Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4(2).
- Atasoy, B. 2004. Fen Öğrenimi ve Öğretimi (2. Baskı). Ankara: Asil Yayın.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. 2007. Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler).
- Ayas, A., Köse, S. ve Taş, E. 2003. Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2(14),106-112
- Ayvacı, H. Ş., Alev, N. ve Yıldız, M., 2015. Öğrenme Kazanımlarının Tasarlanma Sürecine İlişkin Lisansüstü Öğrencilerinin Zihinsel Modellerini Belirlemeye Yönelik Bir Çalışma. Kastamonu Eğitim Dergisi, 23(3), 1013-1030.
- Aydın, S. 2007. Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavramsal Değişim Metinleri ile Giderilmesi. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Bayrak, B., Erden, A.M., 2007. Fen Bilgisi Öğretim Programının Değerlendirilmesi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15, (1): 137–154.
- Bozkurt, O. ve Aydoğdu, M. 2009. İlköğretim 6. Sınıf Fen Bilgisi Dersinde Dunn ve Dunn Öğrenme Stili Modeline Dayalı Öğretim İle Geleneksel Öğretim Yönteminin Öğrencilerin Akademik Başarı Düzeyleri ve Tutumlarına Etkisinin Karşılaştırılması. İlköğretim Online, 8(3).
- Çakır, M. 2011. Üstün Yetenekli Öğrencilerin İletkenlik ve Yalıtkanlık Kavramları Hakkındaki Zihinsel Modellerinin İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Charmaz, K. 2006. Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis. Thousand Oaks, CA: Sage Publication

- Çelik, H. ve Karamustafaoğlu, O. 2016. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fizik Kavramları Öğretiminde Bilişim Teknolojilerinin Kullanımına Yönelik Öz-Yeterlik ve Görüşleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10(1).
- Çelikler, D. ve Harman, G. 2015. Fen Bilgisi Öğrencilerinin Asit ve Bazlarla İlgili Zihinsel Modellerinin Analizi/An Analysis Of Science Students' Mental Models of Acids and Bases. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(32).
- Çepni, S. 2005. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Çepni, S. 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (3.Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık
- Çıldır, I. ve Şen, A. İ. 2006. Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavram Haritalarıyla Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30(30). Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Çiltaş, A. ve Işık, A. 2013. Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 13(2), 1177-1194.
- Çökelez, A, ve Yalçın, S. 2012. İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı İle İlgili Zihinsel Modellerinin İncelenmesi. İlköğretim Online, 11(2).
- Dankenbring, C. and Capobianco, B. M. 2016. Examining elementary school students' mental models of sun-earth relationships as a result of engaging in engineering design. International Journal of Science and Mathematics Education, 14(5), 825-845.
- Demir, Y., Sipahi, S., Kahraman, S., ve Yalçın, M. 2007. Fen Bilgisi Programı Öğrencilerinin İlköğretim İkinci Kademe Fen Bilgisi (Fen ve Teknoloji) Müfredatındaki Ünite, Konu ve Kavramlara Dair Farkındalık Düzeyleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, Mart, 15, (1): 231–240.
- Demircioğlu, H., Vural, S. ve Demircioğlu, G. 2013. Üstün Yetenekli Öğrencilerin Zihinsel Modelleri: Maddenin Tanecikli Yapısı.
- Dişikitli, A.F. 2011. İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumları İle Fen ve Teknoloji Dersi Başarıları Arasındaki İlişki (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).



- Durmuş, S. ve Kocakulah, S. 2006. Fen ve Teknoloji Öğretimi (Ed. M. BAHAR). Fen ve Matematik Öğretiminde Modelleme. Ankara: Pegem A Yayıncılık, 299-317.
- Emrahoğlu, N. ve Bülbül, O. 2010. 9 Sınıf Fizik Dersi Optik Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Kullanılan Animasyonların ve Simülasyonların Akademik Başarıya ve Akılda Kalıcılığa Etkisinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(3).
- Ergin, Ö. ve Ünal, G. 2006. Buluş Yoluyla Fen Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Öğrenme Yaklaşımlarına ve Tutumlarına Etkisi. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3(1), 36-52.
- Feyzioğlu, E. Y., Feyzioğlu, B. ve Küçükçingı, A. 2014. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Öğretimine Yönelik Zihinsel Modelleri, Öz Yeterlik İnançları ve Öğrenme Yaklaşımları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33(2), 404-423.
- Gülçiçek, N. 2004. Kavramsal Değişim Metinlerinin Öğrencilerin Manyetizma Konusunu Anlamalarına ve Fizik Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Gülçiçek, Ç. 2005. Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu (Fizik), R. Yağbasan, B. Güneş, İ. E. Özdemir, K. Temiz, Ç. Gülçiçek, U. Kanlı, Y. Ünsal, T. Tunç (Ed.) Bilimsel Modeller ve Modelleme (117-139). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. 2005. Elektrik Ve Manyetizma Konularında Anlaşılması Zor Kavramlar İçin Model Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25(1).
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. 2004. Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1(1), 35-48.
- Gürses, A., Açıkyıldız, M., Bayrak, R., Yalçın, M. ve Doğar, Ç. 2004. Fen Eğitimi: Kültürel Bir Bakış. Kastamonu Eğitim Dergisi, 31.
- Harman, G. ve Çökelez, A. 2016. 5. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Devreleri İle İlgili Zihinsel Modelleri. Electronic Turkish Studies, 11(3).
- Karlı, F. ve Ayas, A. 2017. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Kavramsal Değişimlerine Zenginleştirilmiş Laboratuvar Rehber Materyalinin Etkisi: Buharlaşma ve Kaynama.

- Kavak, N., ve Köseoğlu, F. 2014. Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı rol oynama öğretim yönteminin avantaj ve dezavantajları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 309-325.
- Keser, Ö. F. 2003. Fizik eğitimine yönelik bütünleştirici bir öğrenme ortamı tasarımı ve uygulaması. Yayımlanmamış Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kocakulah, A. 2006. Geleneksel Öğretimin İlk, Orta Ve Yükseköğretim Öğrencilerinin Görüntü Oluşumu ve Renklere İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kurnaz, M. A. ve Değirmenci, A. 2012. 7. Sınıf Öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay İle İlgili Zihinsel Modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1).
- Kurnaz, M. A., Tarakçı, F., Aydın, A. ve Pektaş, M. 2013. Elektriklenme, Yıldırım ve Şimşek İle İlgili Öğrenci Zihinsel Modellerinin İncelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2013(16).
- Kurt, H., Ekici, G. ve Aksu, Ö., 2013. Tuz: Biyoloji Öğretmen Adaylarının Zihinsel Modelleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 244-255.
- Küçüközer, H., Kocakulah, S. 2006. Kavramsal Değişim İçin Öğretim: Basit Elektrik Devreleri, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Özetler Kitabı, 07-09 Eylül, Ankara
- McClary, L., and Talanquer, V. 2011. College chemistry students' mental models of acids and acid strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 396-413.
- Meriç, G. ve Tezcan, R. 2016. Fen Bilgisi Öğretmeni Yetiştirme Programlarının Örnek Ülkeler Kapsamında Değerlendirilmesi (Türkiye, Japonya, Amerika ve İngiltere Örnekleri). *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 62-82.
- M.E.B. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. 2017. Ortaöğretim 9. Sınıf Fizik Dersi Öğretim Programı.
- Moutinho, S., Moura, R. and Vasconcelos, C. 2014. Mental models about seismic effects: students' Profile based comparative analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education* 14: 391-415. doi:10.1007/s10763-014-9572-7

- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. 2002. Kimya Öğretmen Adaylarının Atomun Yapısı ile ilgili Zihinsel Modelleri. XVI. Ulusal Kimya Kongresi.
- Orhan, A., T. 2007. Fen Eğitiminde Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yöntemlerinin İlköğretim Öğretmen Adayı, Öğretmen ve Öğrenci Boyutu Dikkate Alınarak İncelenmesi (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, A., ve Doğanay, A. 2013. İlköğretim Beşinci ve Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Dünyanın Şekli ve Yerçekimi Kavramlarına İlişkin Anlamaları ve Zihinsel Modelleri. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 13(4), 2455-2476.
- Sözcü, U., Kıldan, A. O., Aydınöz, D. ve İbret, B. Ü. 2016. Bilimsellik Değerine İlişkin Zihinsel Modellerin Değişiminin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. Cumhuriyet International Journal of Education, 5(2).
- Şahin, F., Öztuna, A. ve Sağlamer, B. 2001. İlköğretim ikinci Kademe Fen Bilgisi Dersinde ‘Sinir Hücre’ nin Model Yoluyla Öğretiminin Başarıya Etkisi.
- Şimşek, A. ve Çalışkan, H. 2000. “Bilgisayar Destekli Öğretimin Tasarımında Öğrenme Bağlamı,” Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (8), S:1-7.
- Şimşek, Ö. ve Yeşiloğlu, Ö. 2016. Akran Öğretimi Yönteminin Elektrik Kavramlarının Öğrenimi ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Kazanımı Üzerine Etkisi. Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 9(2), 72-94.
- Tatar, N., Feyzioğlu, E. Y., Buldur, S. ve Akpınar, E. 2012. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Öğretimine Yönelik Zihinsel Modelleri. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12(4), 2925-2940.
- Taylan Yıldız, H. 2006. İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modelleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ulutaş, B. 2010. Kimya Eğitimi Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar konusundaki Zihinsel Modelleri ve Bilişsel Haritaları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzal, G., Erdem, A. ve Ersoy, Y. 2016. Bir Grup Matematik ve Fen Bilimleri Öğretmeninin Sınıf İçinde Gerçekleştirdikleri Öğretim Etkinliklerinin İncelenmesi. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (40), 64-85.
- Ülgen, G. 2004. Kavram geliştirme: Kuramlar ve uygulamalar. Nobel.

- Ünal, G. ve Ergin, Ö. 2006. Fen Eğitimi ve Modeller. Milli Eğitim Dergisi, sayı:171.
- Ünal Çoban, G. 2009. Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yakışan, M., Selvi, M. ve Yürük, N. 2007. Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. Journal of Turkish Science Education, 4(1), 60-78.
- Yılmaz, Z. A. 2010. Kavramsal Değişim Metinlerinin Üniversite Öğrencilerinin Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesi ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Yüce, G. 2013. Kimya Öğretmen Adaylarının Kimyasal Reaksiyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., and Stamovlasis, D. 2017. Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. Chemistry Education Research and Practice, 18(4), 893-902.

## EKLER

### EK 1: Üç Aşamalı Tanı Testi

#### 3- AŞAMALI KAVRAM YANILGI 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 seçenek size bırakılmıştır.**

**1.1 Ahmet gece yarısında çenesinde sivrisinek ısırıklarıyla uyanır. Bir fener alır ve**

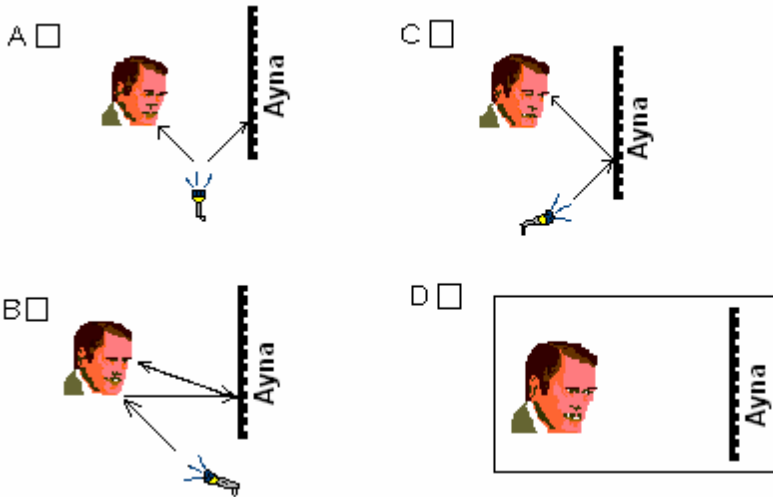
**Aynanın karşısına geçer. Karanlık yatak odasında çenesini aynada çok açık görebilmesi için feneri nereye doğru tutmalıdır?**

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

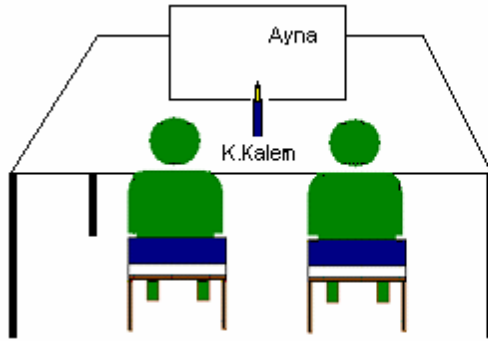


**1.3 Yukarıda 1.1 ve 1.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

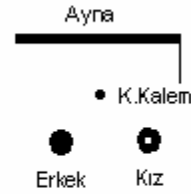
- A ) Kesinlikle eminim.
- B ) Eminim.
- C ) Emin değilim.

D) Kesinlikle emin değilim.

**2.1. Asağıdaki sekilde görüldüğü gibi bir düzlem ayna ve bir kursun kalem bir masanın üstüne yerlestirilmistir. Bir kız ve bir erkek çocuk yan yana aynaya bakacak biçimde masaya oturtulmuştur. Kalemin, aynanın, kız ve erkeğin yerleri sematik olarak sekilde sağda gösterilmistir. Kalemin görüntüsünün yeri için; Asağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur? (Lutfen kontrol ediniz.) (Asağıdaki seçenekler dışında görüsünüz varsa lutfen D seçeneğine yazınız.)**



Sekil 2.1



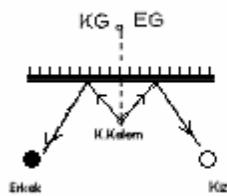
Sekil 2.2

- A) Aynı 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) .....

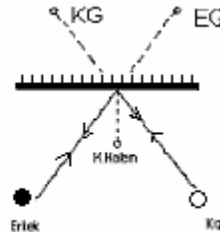
**2.2. Asağıdaki ısı diyagramlarından hangisi soru 2.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?**

EG: Erkek öğrencinin gördüğü görüntü yeri,  
KG: Kız öğrencinin gördüğü görüntü yeri.

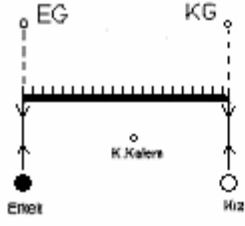
A)



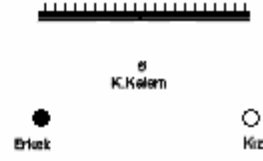
B)



□C)



□D)

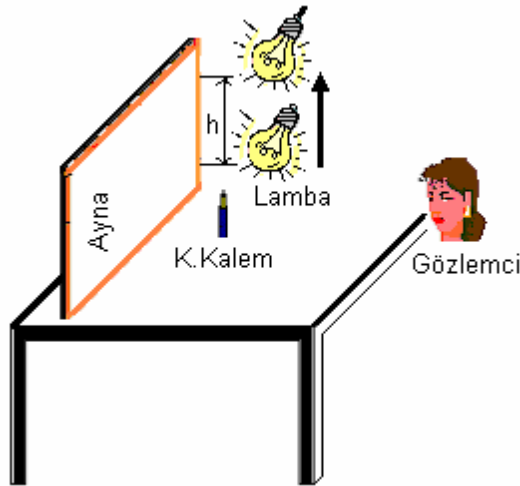


Yukarıda 2.1 ve 2.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- 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 kaldırılırsa gözlemci tarafından görülen kurşun kalemin görüntüsünün konumu nasıl değişir?**

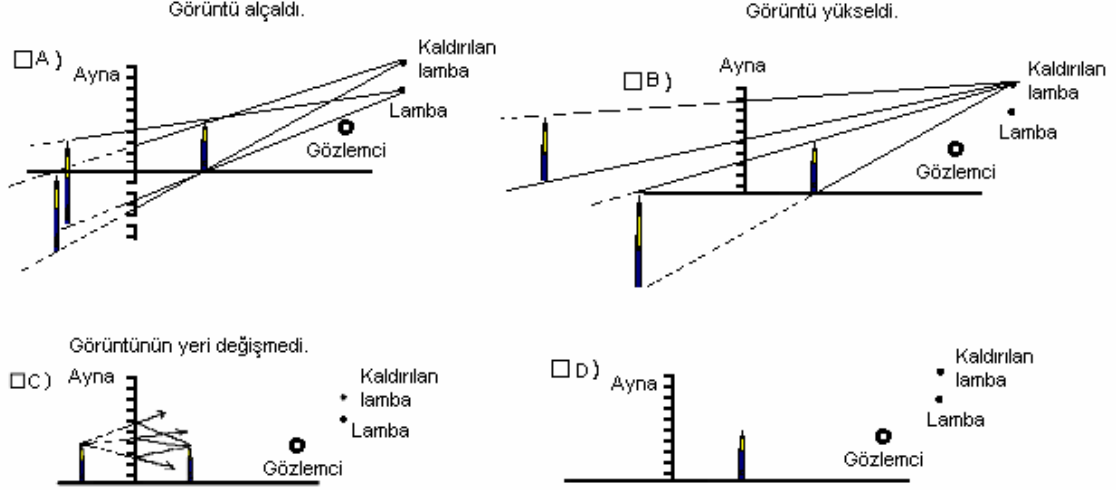
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa Lütfen D seçeneğine yazınız.)



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

.....  
..

**3.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 3.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?**  
 (Kesikli çizgiler gözlemcinin aynadan uzaklaşmadan önceki, düz çizgiler sonraki ışık ışınlarının yolunu göstermektedir.)  
 (Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine çizin.)



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

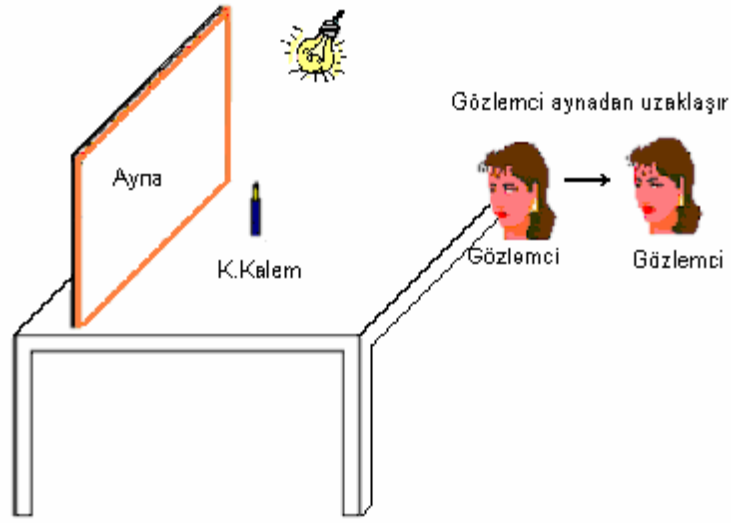
- A ) Kesinlikle eminim.  
 B ) Eminim.  
 C ) Emin değilim.  
 D ) Kesinlikle emin değilim.

**4.1. Aşağıdaki şekilde gözlemci kurşun kalemin görüntüsünü aynada görmektedir.**

**Gözlemci yandan biraz uzaklaşırsa, gözlemci tarafından görülen kursun kalemin aynadaki görüntüsünün yeri için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?**

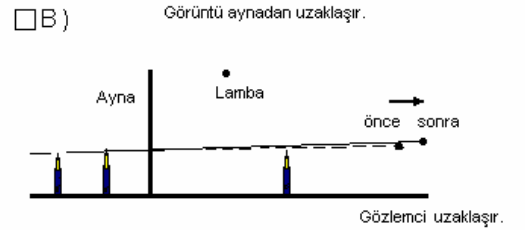
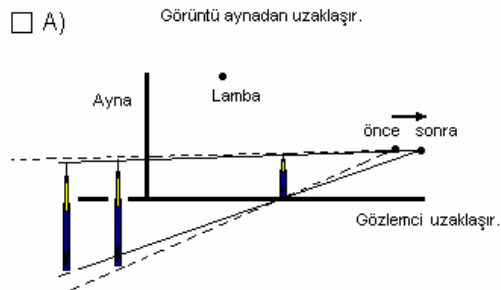
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

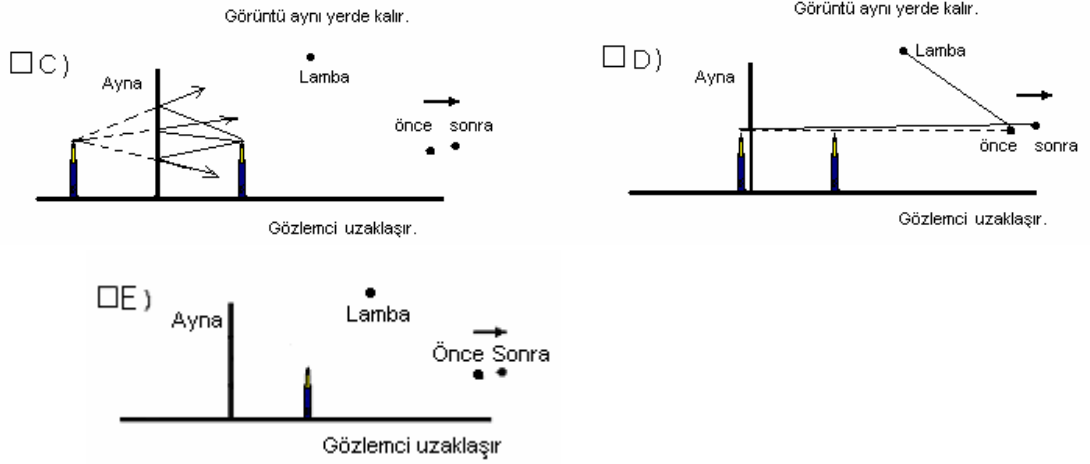




- A) Görüntünün yeri aynadan uzaklaşacaktır.
- B) Görüntünün yeri aynaya yaklaşacaktır.
- C) Görüntünün yeri değişmeyecektir
- D).....
- .....

**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 görürsünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)

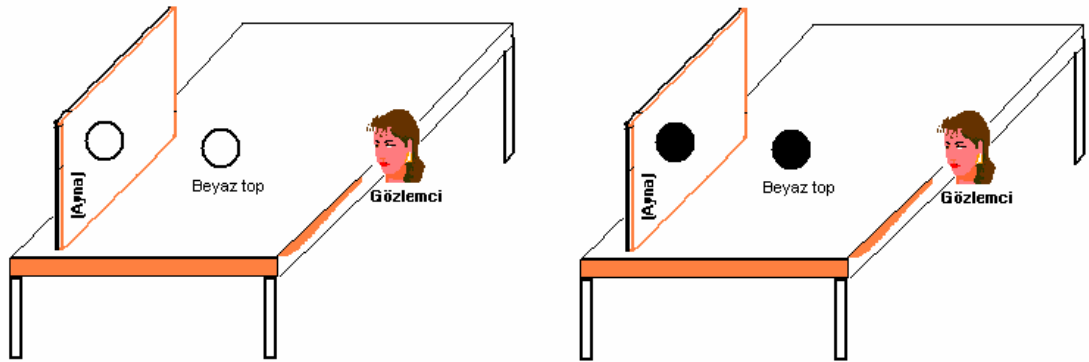




4.3. Yukarıda 4.1 ve 4.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

- 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 topa 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 ısınlarından bazıları doğrusal olarak ilerler ve aynada yansır. Bu nedenle gözlemci siyah topu aynada görebilir.
- C) Siyah top ne ışık saçar ne de ışık yayar.

- D) Gözlemciden gelen görüntü çizgileri aynadan yansır ve sonra siyah topu etkiler.  
 E)

.....  
...

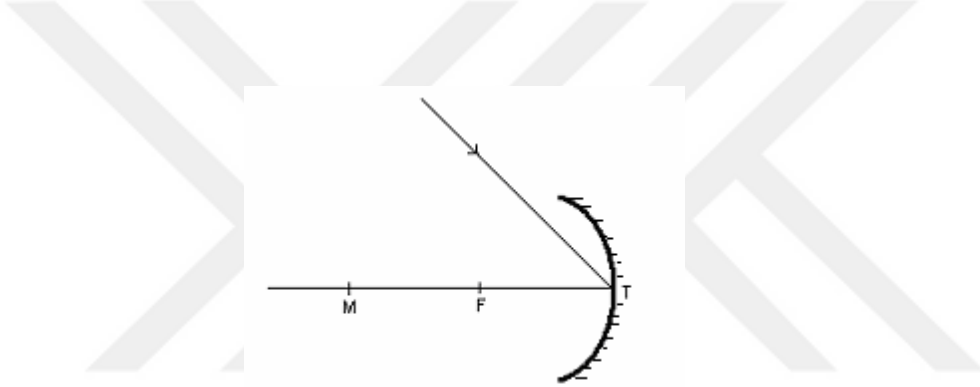
**5.3 Yukarıda 5.1 ve 5.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

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

**6.1. Bir ışık kaynağından çıkıp sekilde görülen çukur aynanın tepe noktasına düşen**

**ışık ışını aşağıda verilen seçeneklerden hangi yolu izler?**

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



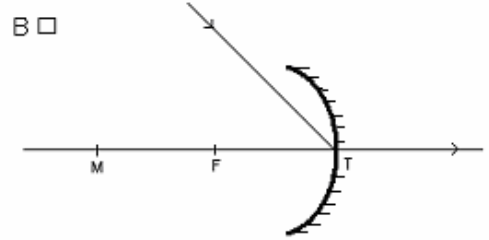
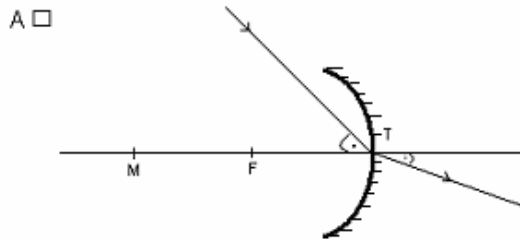
- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.  
 B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.  
 C) Çukur aynada yansiyarak yoluna devam eder.  
 D).....

.....

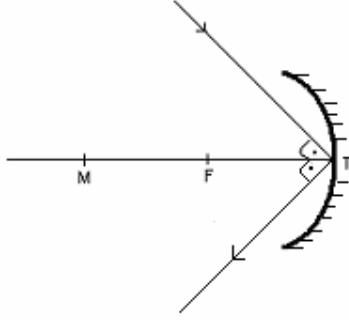
**6.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 6.1 sorusuna verdiğiniz cevabınızı en**

**iyi açıklar?**

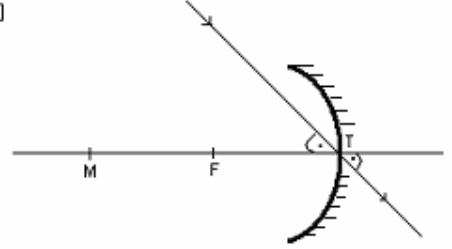
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen G seçeneğine çiziniz.)



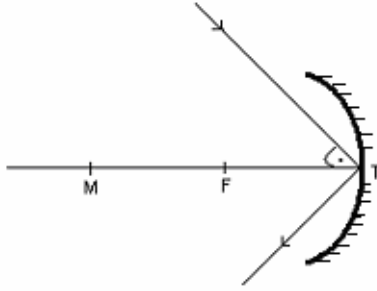
C



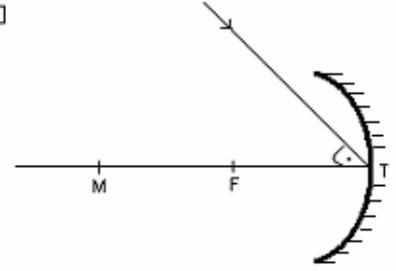
D



E



G

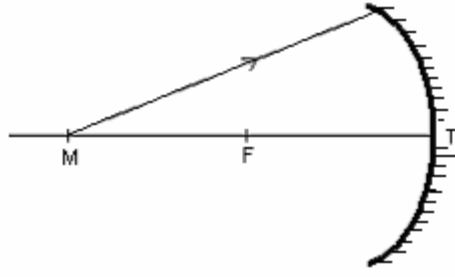


**6.3 Yukarıda 6.1 ve 6.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

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

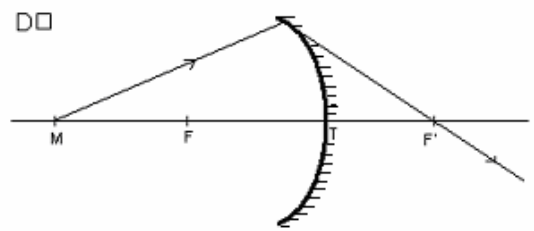
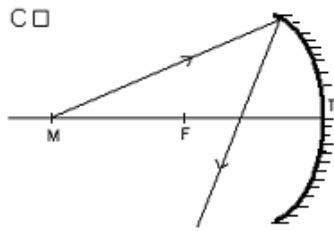
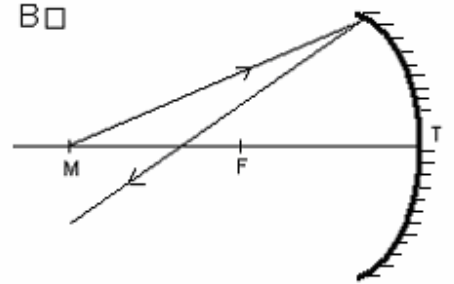
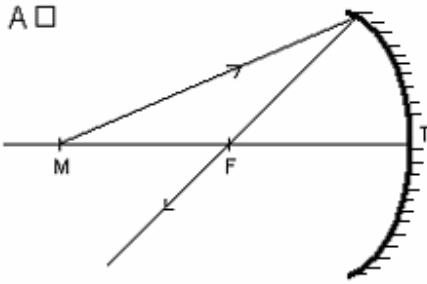
**7.1. Bir ışık kaynağından çıkıp şekildeki çukur aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?**

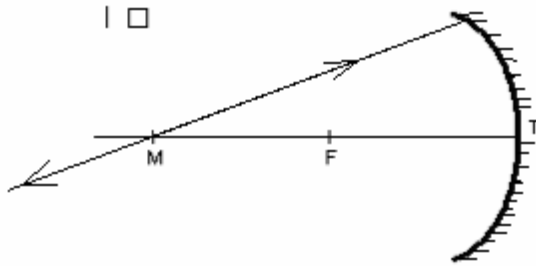
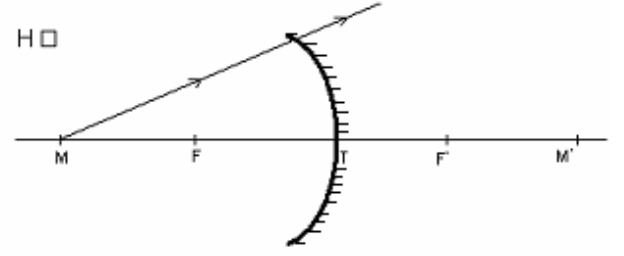
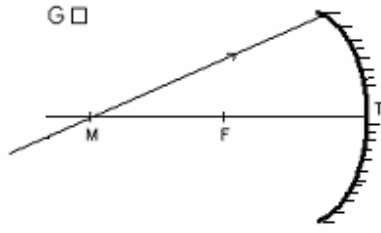
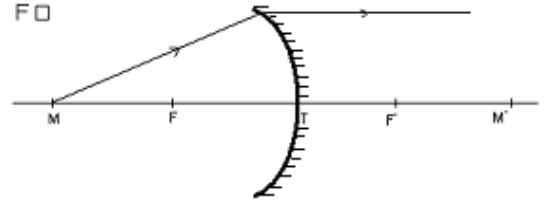
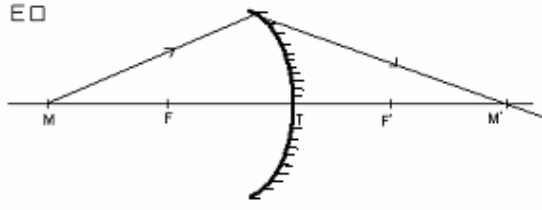
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen E seçeneğine yazınız.)



- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değistirmeden 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?**  
 (Asağıdaki seçenekler dışında görüştünüz varsa lütfen I seçeneğine çiziniz.)



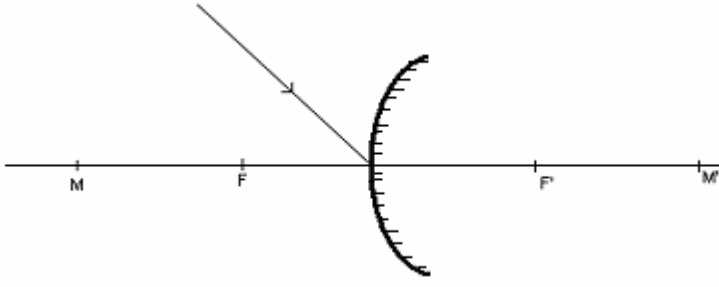


7.3 Yukarıda 7.1 ve 7.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

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

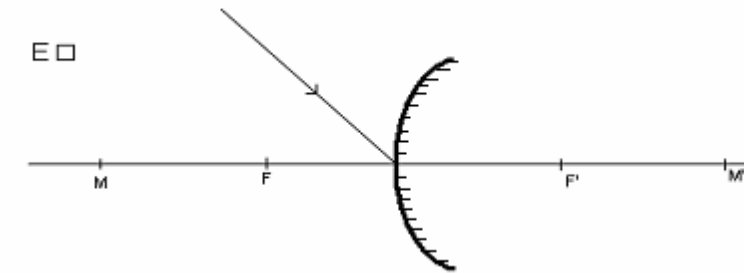
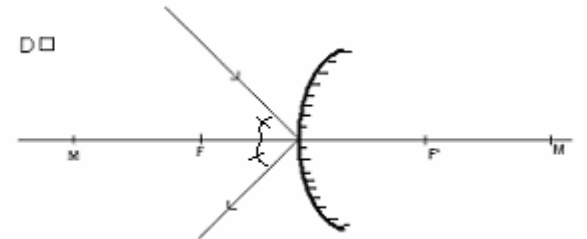
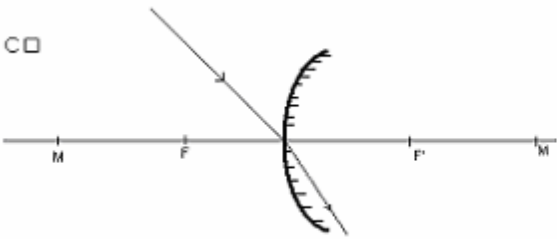
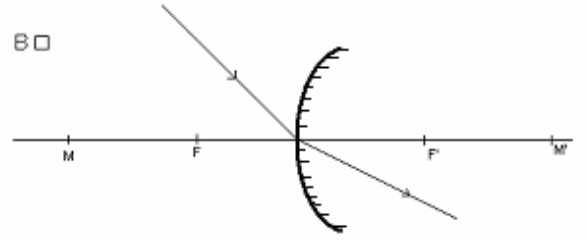
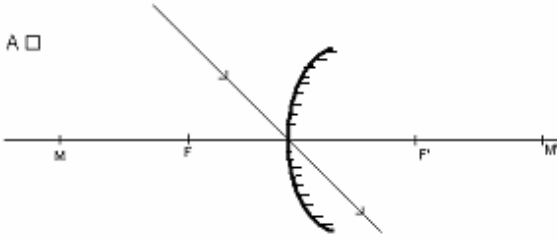
8.1. Bir ışık kaynağından çıkıp şekildeki tümsek aynaya gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler?

(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz 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)

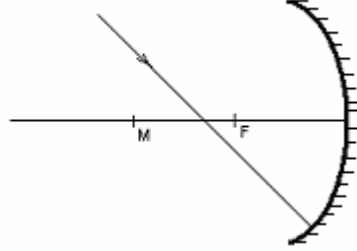
8.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 8.1 deki cevabınızı en iyi açıklar?  
 (Aşağıdaki seçenekler dışında görüyorsanız varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)



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

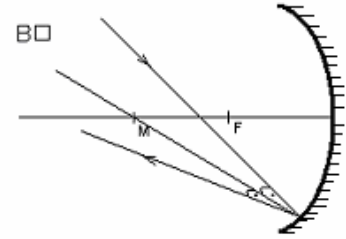
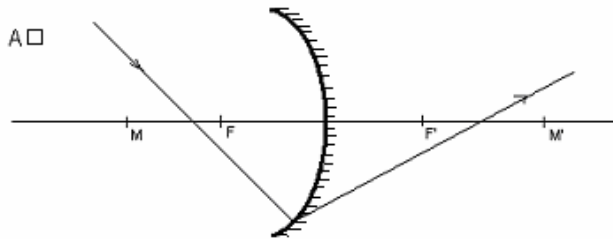
- A ) Kesinlikle eminim.  
 B ) Eminim.  
 C ) Emin değilim.  
 D ) Kesinlikle emin değilim.

9.1. Bir ışık kaynağından çıkıp çukur aynaya şekildeki gibi herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler? (Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

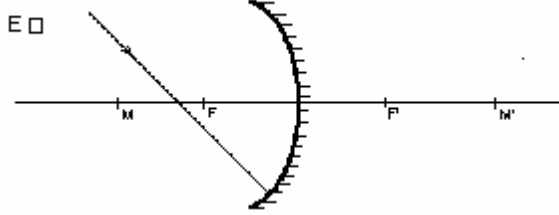
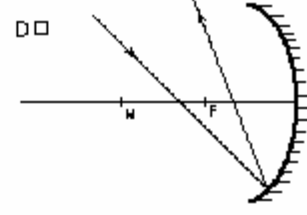
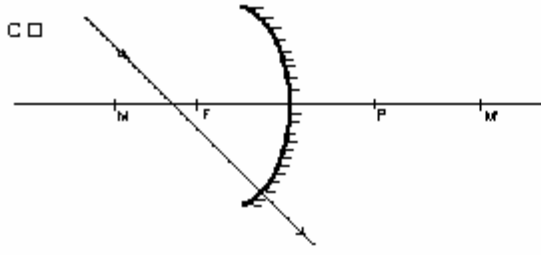


- A) Çukur aynada yönünü ve doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.  
 B) Çukur aynada kırıldıktan sonra yoluna devam eder.  
 C) Çukur aynada yansıdıktan sonra yoluna devam eder.  
 D) ...

9.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 9.1 deki cevabınızı en iyi açıklar? (Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen E seçeneğine çiziniz.)



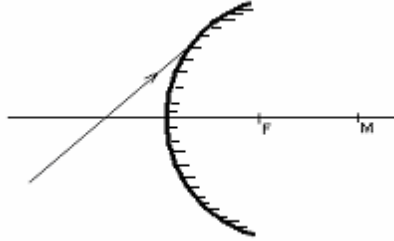




9.3. Yukarıda 9.1 ve 9.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?

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

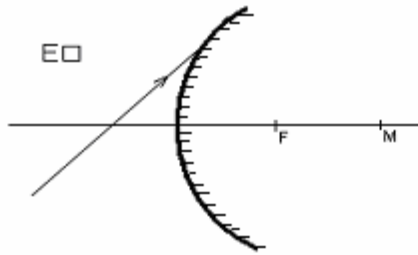
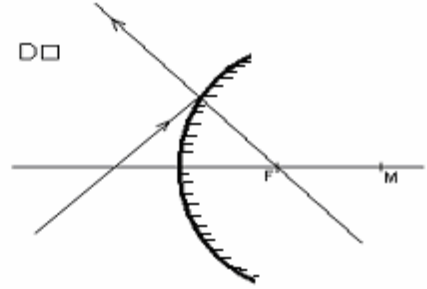
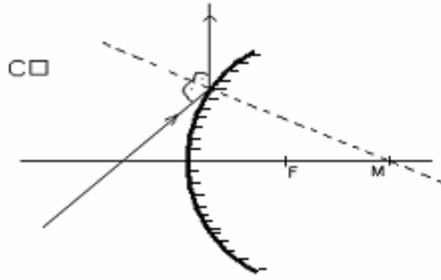
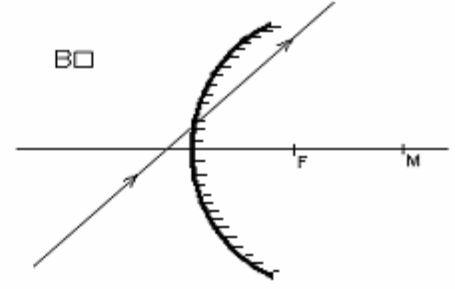
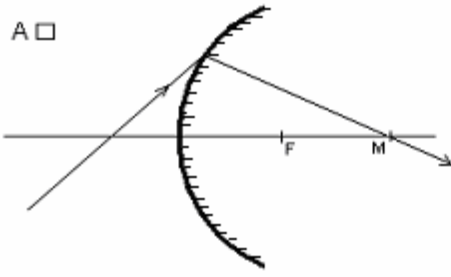
10.1. Bir ışık kaynağından çıkıp tümsek aynaya şekildeki gibi herhangi bir doğrultuda gelen ışık ışını aşağıdaki seçeneklerden hangi yolu izler? (Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



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

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

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

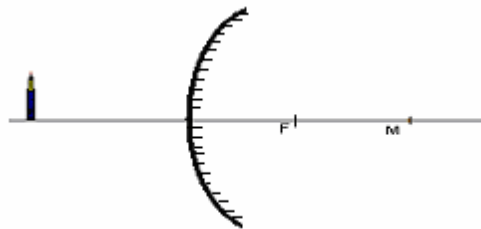


**10.3 Yukarıda 10.1 ve 10.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- 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?**

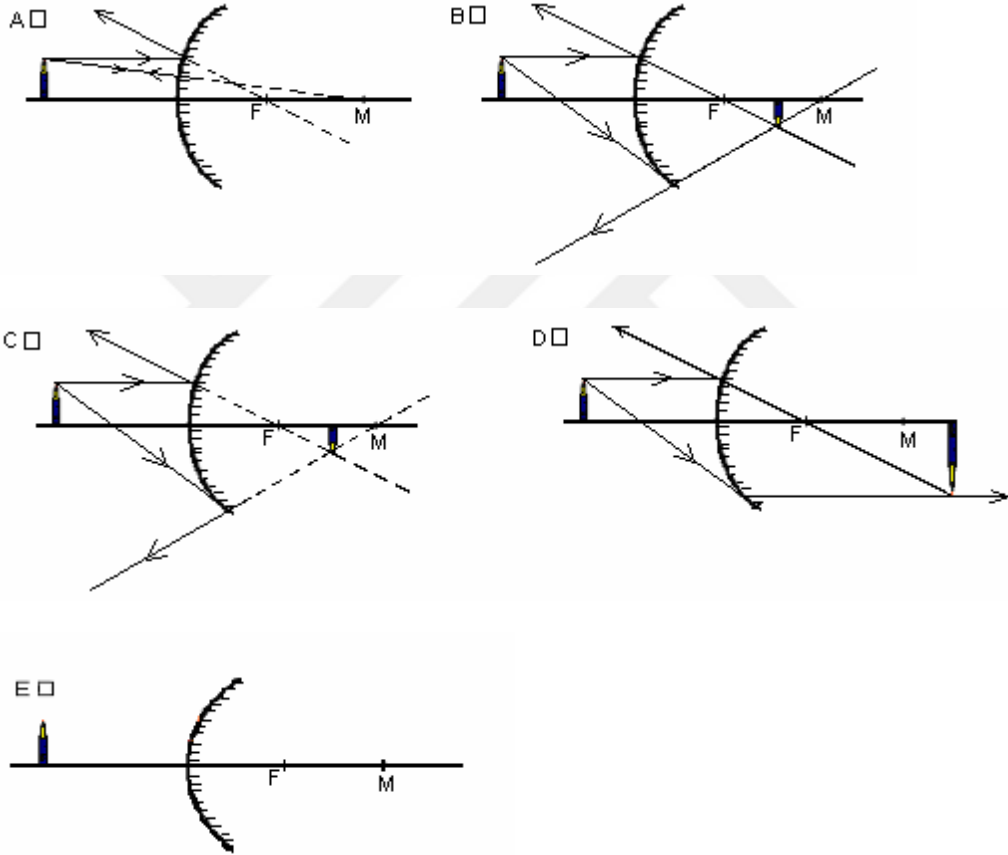
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen E seçeneğine yazınız.)



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

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

(Aşağıdaki seçenekler dışında görürseniz 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. Isık ısınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken aşağıdakilerden hangisi değişmez? Neden?

A) Dalgaboyu değişmez.

Çünkü; .....

B) Frekansı değişmez.

Çünkü; .....

C) Hızı değişmez.

Çünkü; .....

D) Sıddeti 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.

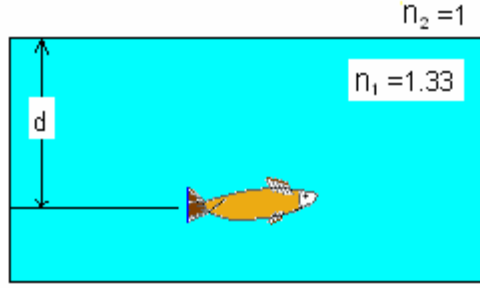
B ) Eminim.

C) Emin değilim.

D) Kesinlikle emin değilim.

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

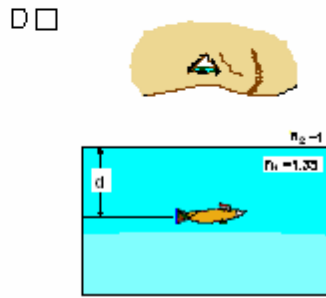
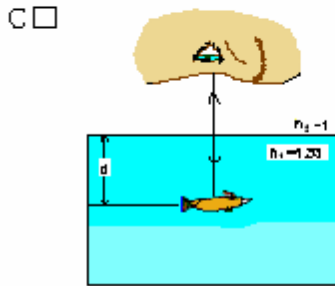
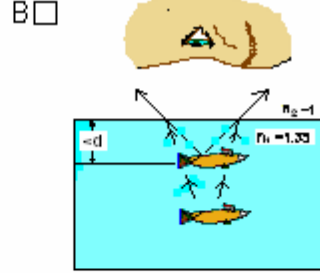
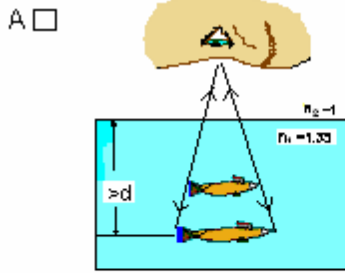
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- 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?

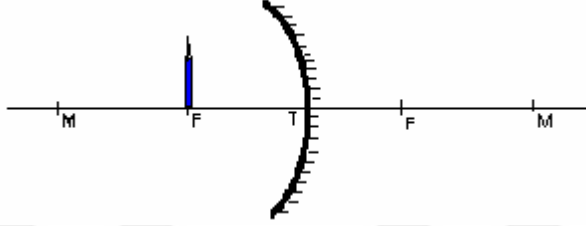
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsenüz varsa lütfen D seçeneğine çiziniz.)



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 kursun kalemin görüntüsü için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?  
(Aşağıdaki seçenekler dışında görüşünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

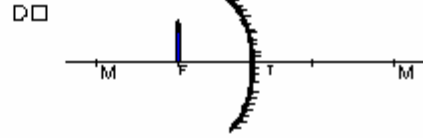
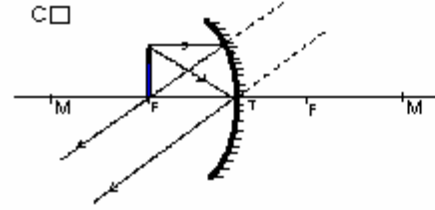
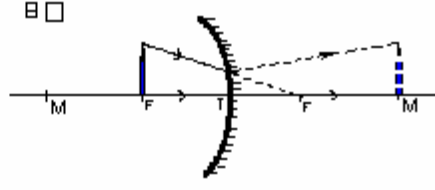
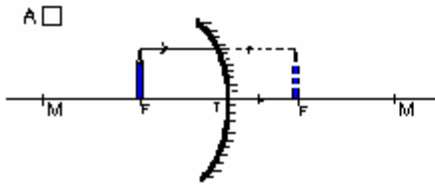


- A) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın odak noktası kadar bir uzaklıkta oluşur.
- B) Görüntü, sonsuzda oluşur.
- C) Görüntü, çukur aynanın arkasında ve tepe noktasına çukur aynanın merkezi kadar bir uzaklıkta oluşur.
- D)

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?

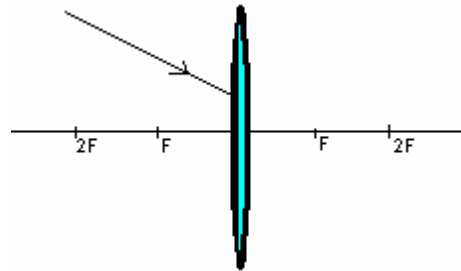
(Aşağıdaki seçenekler dışında görürsünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

- 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)

.....

...

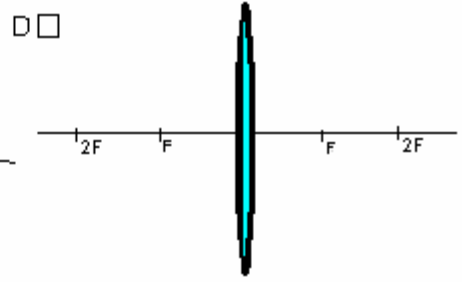
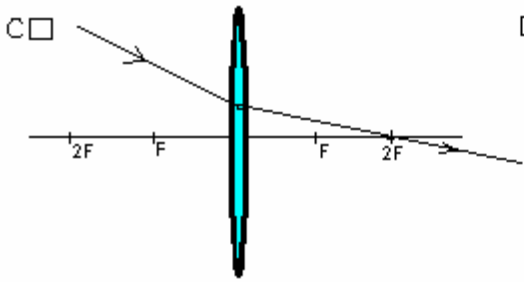
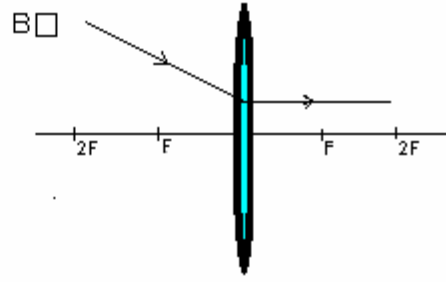
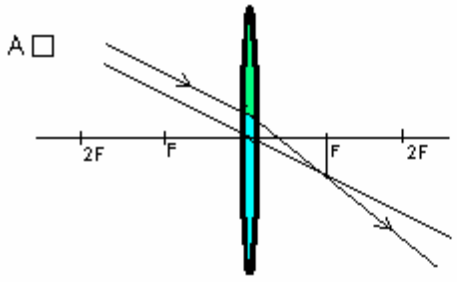
- E) İnce kenarlı mercekten yansiyarak yoluna devam eder.



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

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

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

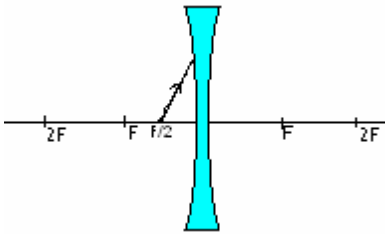


**16.3. Yukarıda 16.1 ve 16.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- 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 görürsenüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)



- A) Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak kırılır.

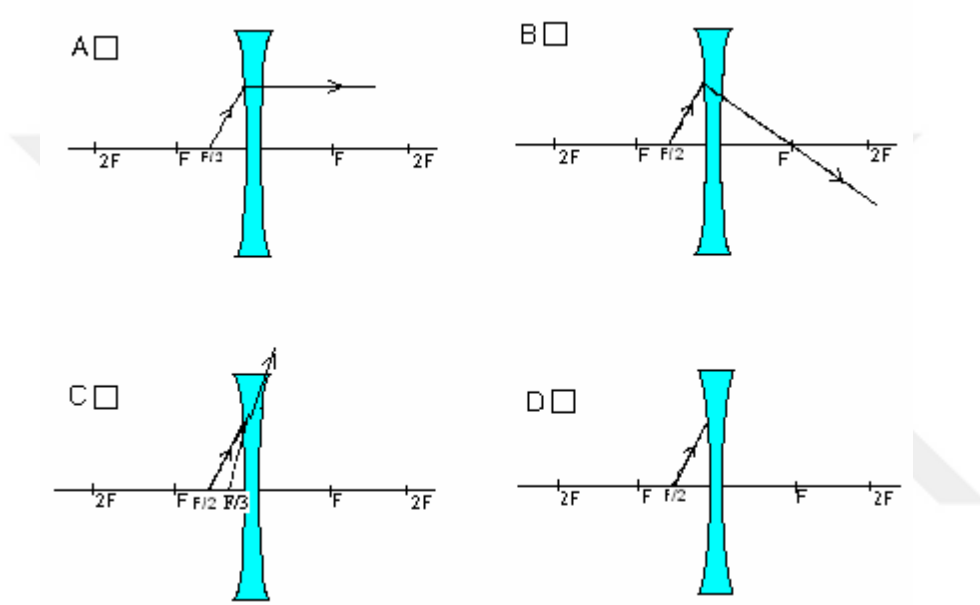


- B) Kalın kenarlı merceğin odak noktasından geçerek kırılır.  
 C) Işık ısınlının uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır.  
 D).....

...  
 E) Işık ısınlının uzantısı ikincil odak noktasından geçecek şekilde kırılır.

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

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

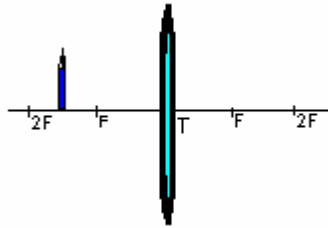


**17.3. Yukarıda 17.1 ve 17.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

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

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

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

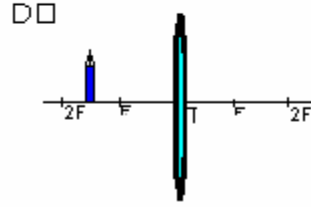
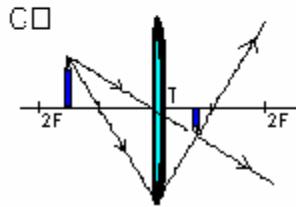
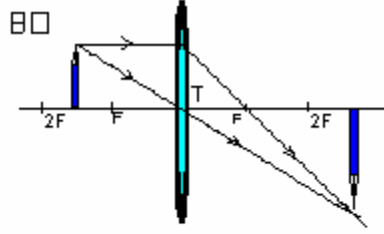
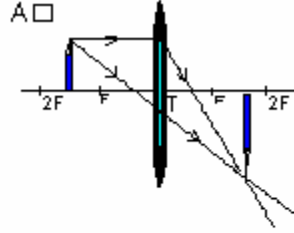


- A) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile iki odak uzaklığı arasında oluşur.
- B) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında iki odak uzaklığı noktasının dışında oluşur.
- C) İnce kenarlı merceğin diğer tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- D)

.....  
...

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

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

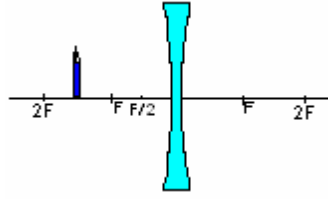


**18.3. Yukarıda 18.1 ve 18.2. de seçtiğiniz cevap ve açıklamalardan ne derece eminsiniz?**

- 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 görürsünüz varsa lütfen D seçeneğine yazınız.)

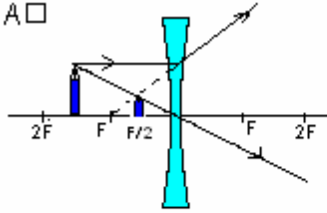


- A) Kalın kenarlı mercekte kursun kalemin bulunduğu bölgede odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- B) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile tepe noktası arasında oluşur.
- C) Kalın kenarlı merceğin ikinci tarafında odak ile merkez noktası arasında oluşur.
- D)

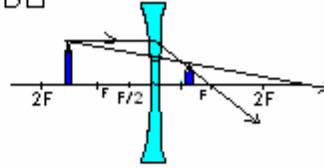
19.2. Aşağıdaki ışık diyagramlarından hangisi 19.1. sorusuna verdiğiniz cevabınızı en iyi açıklar?

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

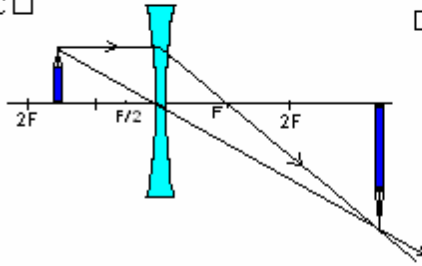
A



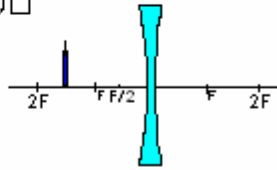
B



C



D



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

Katıldığınız için teşekkür ederiz.

- Bay Sınıf:
- Bayan

## EK 2: Alınan İzinler

Evrak Tarih ve Sayısı: 30/01/2017-E.2688



T.C.  
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : 28814003-  
Konu : Araştırma İzni

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 26/01/2017 tarihli ve 1083929 sayılı yazı.

Fen Bilimleri Enstitünüz Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Öğretim Üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Süleyman AYDIN'ın danışmanlığımı yürüttüğü Sevda ÖZTEKİN isimli Yüksek Lisans öğrencisinin "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Geometrik Optik Konusunda Üç Aşamalı Tanı Testi ile Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi" konulu yüksek lisans tezi için;

Atatürk Üniversitesinin araştırma izni ile ilgili göndermiş olduğu 26.01.2016 tarih ve 1083929 sayılı onay yazısı ekte gönderilmiştir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Yusuf ÇETİN  
Rektör Yardımcısı

Ek:Yazı ( 29 Sayfa )

Mevcut Elektronik İmzalar

YUSUF ÇETİN (Rektörlük - Rektör Yardımcısı) 30/01/2017 17:25

Adres:Erzurum yolu üzeri 4. km Rektörlük Kampüsü Merkez/AĞRI  
Telefon:04722159863 Faks:04722151182  
e-Posta:genssek@agri.edu.tr Elektronik Ağ:genssek@agri.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat: Veysel TETİK  
Unvan: Gelen Evrak Sorumlusu  
Dahili No: 6175

**Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.**



T.C.  
ERZURUM VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 36648235/605.01/1048659  
Konu: Araştırma İzni

25.01.2017

MÜDÜRLÜK MAKAMINA

- İlgi: a) Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi'nin 11/01/2017 tarihli ve E.844 sayılı yazısı,  
b) Atatürk Üniversitesi'nin 13/01/2017 tarihli ve 1700015573 sayılı yazısı,  
c) Oltu Kaymakamlığı (İlçe MEM)'in 24/01/2017 tarihli ve 980801 sayılı yazısı.

İlgi (a,b,c,) yazıları gereği, Yazımız Ekindeki Araştırmacılarından Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesinden Sevda ÖZTEKİN Yrd.Doç. Dr. Süleyman AYDIN'ın danışmanlığında, Atatürk Üniversitesi Araştırmacılarından Yrd.Doç. Dr.Elif Okşan ÇALIKOĞLU ile Oltu İlçesi Yasin Haşim İlkokulu sınıf Öğretmeni Tuğba ÖZHAN'ın dilekçelerinde isimleri belirtilen İlimize bağlı okullarda araştırma yapma istekleri bildirilmiş olup, yapılan anket çalışmalarının birer örneğinin, Müdürlüğümüz, Strateji Geliştirme Şube Müdürlüğü (AR-GE birimi)'ne gönderilmesi gerekmektedir.

İlgi yazı ve ekleri, Bakanlığımızın 07/03/2012 tarihli ve 3616 (2012/13) sayılı genelgesi çerçevesinde Komisyonumuzca incelenmiş olup, "*Araştırmaların, eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde*", komisyon kararlarında belirtilen veri toplama araçlarının kullanılarak, ekte isimleri belirtilen okullarda yapılması, Şubemizce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde Olurlarınıza arz ederim.

İsmail YEŞİLYURT

Müdür a.

İl Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

OLUR

Halil KARAPINAR

Vali a.

İl Millî Eğitim Müdür V.

Ek: İlgi yazılar

Yönetim Cad. Valilik Binası Kat:4 Yakutiye ERZURUM  
Elektronik Ağ: erzurum.meb.gov.tr  
e-posta: arge25@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için:AR-GE Birimi  
Tel: (0 442) 234 4800  
Faks: (0 442) 235 1032

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 7b4b-e176-3e5c-b6c7-44dc kodu ile teyit edilebilir.

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı Soyadı	SEVDA ÖZTEKİN
Doğum Yeri ve Tarihi	20.04.1991
<b>Eğitim Durumu</b>	
Lisans Öğrenimi	AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ
Yüksek Lisans Öğrenimi	
Bildiği Yabancı Diller	
Bilimsel Faaliyetler	
<b>İş Deneyimi</b>	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
<b>İletişim</b>	
E-posta Adresi	Sevda_gs_49@hotmail.com
<b>Mezuniyet Tarihi</b>	