

**T.C.**  
**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİM TARİHİ DESTEKLİ IŞIK ÜNİTESİNİN 7. SINIF**  
**ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ**

**FATİH DEVE**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. MEHMET KÜÇÜK**

**TEZ JÜRİLERİ**  
**DOÇ. DR. HAKAN ŞEVKİ AYVACI**  
**DOÇ. DR. SELAMİ YANGIN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**İLKÖĞRETİM FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**RİZE-2015**

**Her Hakkı Saklıdır**

**T.C.**  
**RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİM TARİHİ DESTEKLİ IŞIK ÜNİTESİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN**  
**BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ**

Prof. Dr. Mehmet KÜÇÜK danışmanlığında, Fatih DEVE tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 27/03/2015 tarihinde İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

<b>Jüri Üyeleri</b>	<b>Unvanı Adı Soyadı</b>
Başkan :	Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI
Üye :	Prof. Dr. Mehmet KÜÇÜK
Üye :	Doç. Dr. Selami YANGIN

**İmzası**



**Prof. Dr. Selami ŞAŞMAZ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**



## ÖNSÖZ

Bilimin doğasının öğretimi, bilim okur-yazarlığının en önemli unsurlarından birisi olması dolayısıyla fen eğitiminin temel amaçlarından biri haline gelmiştir. Bununla birlikte ülkemizde ve yurt dışında yapılan birçok çalışmada öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının zayıf bir düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin bu anlayışlarına kaynaklık eden ve en çok etkileşim halinde buldukları fen eğitimi ders kitaplarının bilimin doğası öğretiminde yetersiz ve olumsuz bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye yönelik olarak fen eğitimi müfredatına uygun öğretim materyallerinin geliştirilmesine ve etkilerinin incelenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle bu çalışma ışık ünitesi konu bağlamında hazırlanan bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmaların yürütülmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen, çalışma boyunca bilgi ve tecrübelerinden devamlı faydalandığım değerli hocam sayın Prof. Dr. Mehmet KÜÇÜK'e teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim. Materyalde yer alan illüstrasyonların çizimlerini sadece bir gönül kazanma gayretiyle yapan sevgili hocam Öğr. Gör. Gökçe ARİFOĞLU'na en kalbi muhabbetlerimle teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmasının uygulamasını yapan saygıdeğer Sebhat PEHLİVANLAR hocama da en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yükseköğrenim hayatım boyunca maddi destekleriyle yardımlarını esirgemeyen Kredi ve Yurtlar Kurumu'na, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Geliştirme Vakfı'na ve kıymetli büyüğüm Hicabi DURMUŞ ağabeyime canı gönülden teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen beni en güzel bir şekilde yetiştirmek uğruna hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan Annem ve Babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmamı ise sevgisini üzerimden hiç eksik etmeyen, bir gülüşü ile hayat bulduğum, iki göz bebeğim, gönlümün sultanına âcizane hediye etmek isterim.

Fatih DEVE

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Bilim Tarihi Destekli Işık Ünitesinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışlarına Etkisi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
27/03/2015

**Fatih DEVE**

*Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### BİLİM TARİHİ DESTEKLİ IŞIK ÜNİTESİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ

**Fatih DEVE**

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İlköğretim Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet KÜÇÜK**

Bu çalışmanın amacı, bilim tarihi destekli öğretim materyali hazırlamak ve bu öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini ve sınıf içi öğretime yansımalarını incelemektir. Çalışma 7. sınıf Işık ünitesi kapsamında 20 öğrenci ile 3 haftalık 11 ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarına yükledikleri anlamlara odaklanması nedeniyle yorumlayıcı bir çalışmadır. Öğretim materyali bilim tarihini öğretimde kullanma modeline dayalı olarak hazırlanmıştır. Öğretim materyaline entegre edilmek üzere bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları hazırlanmış ve ayrıca ders kitabında yer alan materyaller bilimin doğası bağlamında düzenlenmiştir. Çalışmanın verileri, ilk-son bilimin doğası üzerine görüşler anketi ve yarı yapılandırılmış mülâkatlar ve bilim tarihi illüstrasyonu destekli çalışma yaprakları ile toplanmıştır. Her bir öğrencinin çalışmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili profilleri çıkarılmış ve karşılaştırılmıştır. Bu yolla etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışları üzerindeki etkisine karar verilmiştir. Bu çalışma ile öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili sahip oldukları “zayıf” anlayışların çalışma sonunda “yeterli” düzeye doğru gelişme gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bilimin doğasının vurgulanan unsurları arasında “bilimin kesin olmayan” ve “hayal gücü ve yaratıcı” unsurlarının daha fazla gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilere farklı bir bakış açısı geliştirmelerine, herhangi bir konuyla ilgili fikirlerini açıklamalarına yardımcı olduğu ve sınıfta bilimsel bir tartışma ortamının oluşmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda ders kitaplarının bilim tarihi materyalleri ile desteklenmesi önerilmektedir.

**2015, 154 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Bilimin Doğasının Öğretimi, Bilim Tarihi, Tarihsel Yaklaşım, Fen Bilgisi Eğitimi, Işık.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT of HISTORY of SCIENCE BASED LIGHT UNIT ON 7<sup>TH</sup> GRADE STUDENTS' NATURE OF SCIENCE VIEWS**

**Fatih DEVE**

**Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Primary Education  
Master Thesis  
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet KUCUK**

This study aimed to prepare history of science teaching materials and investigate its effect on students' nature of science understandings and also its reflections to in-class instruction. The study was implemented in the context of Light Unit during three weeks (total 11 course hours) with 20 students. The study is interpretive in nature because it focused on the meanings that students ascribed to the aspects of the nature of science. The teaching material was prepared based on the model of using history of science in teaching. History of science stories and illustrations were prepared and the materials in the course book were revised in the context of the nature of science. Data was gathered pre-post nature of science questionnaires and semi-structured interviews and worksheets based on history of science illustrations. Nature of science pre-post profiles of each student were developed for the implementations and compared. In this way, effect of the implemented materials on the students' nature of science understandings was decided. It is found out that students' naive views about the nature of science were changed to informed views after the study. In addition, tentative and creative and imaginative aspects were mostly developed. History of science based materials also encouraged students to develop radical views points about the world and also a discursive learning environment in the classroom. It can be suggested that history of science materials should be integrated with the course books based on these results.

**2015, 154 page**

**Key Words:** Teaching the Nature of Science, History of Science, Historical Approach, Science Education, Light.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLULAR DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problem Durumu.....	6
1.3. Çalışmanın Amacı.....	8
1.4. Çalışmanın Gerekçesi ve Önemi.....	8
1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları.....	10
1.6. Çalışmanın Varsayımları.....	10
1.7. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası.....	10
1.8. Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma.....	16
1.9. Bilimin Doğasıyla İlgili Literatürün İncelenmesi.....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	33
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	33
2.2. Araştırmanın Yöntemi.....	33
2.3. Araştırmanın Örneklemi.....	34
2.4. Öğretim Materyalinin Hazırlanma Süreci.....	35
2.4.1. Bilim Tarihi Hikâyelerinin Hazırlanması.....	36
2.4.2. Bilim Tarihi İllüstrasyonlarının Hazırlanması.....	42
2.4.3. Ders Kitabında Yer Alan Materyallerin Bilimin Doğası Bağlamında Düzenlenmesi.....	44
2.5. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Hazırlanması.....	47
2.5.1. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi.....	47
2.5.2. Çalışma Yaprakları.....	48
2.5.3. Öğrenci Mülâkatları.....	49

2.5.4. Öğretmen Mülâkatları.....	50
2.6. Verilerin Analizi.....	51
3. BULGULAR.....	53
3.1. Öğretim Öncesinde Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili İlk Düşünceleri.....	53
3.2. Öğretim Sırasında Elde Edilen Bulgular.....	58
3.3. Öğretim Sonrasında Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Son Düşünceleri.....	61
3.4. Katılımcı Öğretmenin Öğretim Materyali ve Uygulanma Süreciyle İlgili Düşünceleri.....	66
4. TARTIŞMA.....	70
4.1. Materyallerin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisi.....	70
4.2. Bilim Tarihi Destekli Öğretim Materyali ve Sınıf İçi Öğretime Etkisi.....	78
5. SONUÇLAR.....	82
5.1. Materyallerin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar.....	82
5.2. Bilim Tarihi Destekli Öğretim Materyalinin Sınıf İçi Öğretime Etkisinin Değerlendirilmesi.....	84
6. ÖNERİLER.....	86
6.1. Ders Kitabı Yazarlarına Yönelik Yapılan Öneriler.....	86
6.2. Ders Öğretmenlerine Yönelik Yapılan Öneriler.....	87
6.3. Yeni Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	88
KAYNAKLAR.....	91
EKLER.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	143



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Bilim tarihi illüstrasyonu örneği .....	42
<b>Şekil 2.</b> Bilimin doğası tartışma sorusu örneği.....	44
<b>Şekil 3.</b> Çalışma yaprağında yer alan bir deney föyü örneği.....	45
<b>Şekil 4.</b> Fen ve Teknoloji ders kitabındaki deney etkinliği başlık örneği .....	46
<b>Şekil 5.</b> Deney etkinliklerinin başlık ve değerlendirme kısmının düzenlenmesi.....	46

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler .....	13
<b>Tablo 2.</b>	Bilim tarihini öğretimde kullanma modeli düzeyleri ve alt düzeyleri .....	18
<b>Tablo 3.</b>	Öğretim materyali üzerinde yapılan işlemler ve gerekçesi .....	35
<b>Tablo 4.</b>	Veri toplama araçları ve kullanım amaçları .....	47
<b>Tablo 5.</b>	Bilimin doğası üzerine görüşler anketi soru dağılımı .....	48
<b>Tablo 6.</b>	Çalışma yapraklarının kullanılma amaçları.....	49
<b>Tablo 7.</b>	Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşünceleri .....	53
<b>Tablo 8.</b>	Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşüncelerinin dağılımı .....	54
<b>Tablo 9.</b>	Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşünceleri .....	61
<b>Tablo 10.</b>	Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşüncelerinin dağılımı .....	61
<b>Tablo 11.</b>	Öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili ilk ve son görüşlerinin karşılaştırılması.....	62

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AAAS	American Association for the Advancement of Science
BFLS	Benchmarks for Scientific Literacy
E	Erkek Öğrenci
FTTÇ	Fen Teknoloji Toplum Çevre
K	Kız Öğrenci
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
N	Öğrenci Sayısı
NRC	National Research Council
NSTA	Ulusal Fen Öğretmenleri Topluluğu
VNOS-C	Views on The Nature of Science - Form C

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Amerika Ulusal Fen Öğretmenleri Topluluğu, fen eğitiminin amacını “fen-teknoloji ve toplumun birbirini nasıl etkilediğini anlayan ve bu bilgiyi günlük yaşamında kullanan bilim okur-yazarı bireyler yetiştirmek” olarak belirlemiştir (NSTA, 1971). Bu bağlamda, ülkemiz fen bilimleri dersi öğretim programında da öğrencilerin bilim okur-yazarı olarak yetiştirilmelerinin amaçlandığı görülmektedir (MEB, 2013; MEB, 2005). Bilim okur-yazarı olan bir birey fenle ilgili kavramları, ilkeleri, teorileri bilir, bilimsel süreçleri anlar ve fen, teknoloji, toplum çevre (FTTÇ) arasındaki ilişkilerin farkında olur (Abd-El-Khalick ve Boujaoude, 1997).

Bilim okur-yazarlığının; bilimin temel kavramlarını kavrayabilme; bilim ve toplum arasındaki ilişkiyi anlayabilme; bilim ve teknolojiye dair birtakım becerileri geliştirebilme; bilimin doğasını anlayabilme, bilimsel kavramları ve yöntemleri günlük hayatta kullanabilme, bilime ilişkin tutumlar ve değerler gibi çok sayıda boyutu vardır. Bunlar arasında, bilimin doğasının anlaşılması hem dünyada hem de ülkemizde son 15 yıldan beri en çok araştırılan konular arasında yer almaktadır (Çil, 2010; Küçük, 2006; Liu ve Lederman, 2002; Akerson ve Abd-El-Khalick, 2000). Bu çalışmalarda, bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinin önemli bir ihtiyaç olduğu savunulmaktadır (Küçük, 2006; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Driver vd., 1996; Lederman, 1992). Buna gerekçe olarak beş neden ileri sürülmüştür (Driver vd., 1996). Bilimin doğasının yeterli bir düzeyde anlaşılması öğrencilerin;

- a) Bilimi anlamalarına, bilimsel verileri yorumlamalarına ve günlük yaşamda karşılaşılan sorunlara bilimsel yöntemlerle çözüm bulabilmelerine;
- b) Toplumu ilgilendiren bilimsel sorunlarla ilgili tartışmalara katılmalarına ve bir karara varabilmelerine;
- c) Bilimsel kültürü tanımalarına ve bilimsel çalışmalara değer vermelerine;
- d) Bilim toplumunun normlarını anlamalarına;
- e) Fen konu alanını daha iyi kavramalarına yardımcı olabilir.

Bilimin doğası, bilim epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime veya bilimsel bilginin gelişiminin doğasında var olan inançlara ve değerlere atıfta bulunmaktadır (Lederman, 1992). Bilim felsefecileri, tarihçileri, sosyologları ve fen eğitimcileri arasında bilimin doğasının özel bir tanımı üzerinde uzlaşma söz konusu değildir. Fakat, okul öncesinden üniversiteye kadar öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili bilmeleri gereken bir takım unsurlar ileri sürülmüştür (Abd-El-Khalick vd., 1998).

Bu unsurlar şu şekilde sıralanabilir;

- i. bilimsel bilgi mutlak doğru değildir (değişebilir)
- ii. deneylere dayalıdır (bilimsel bilgiler doğal olaylar ve deneysel çalışmalardan yola çıkılarak elde edilir)
- iii. teori-yüklüdür (bilimsel bilgiler deneylere dayalı olsa da objektif değil, öznel)
- iv. insan hayal gücü ve yaratıcılığının bir ürünüdür (bilimsel bilgi doğada bulunmayıp insan zihninin bir ürünüdür).

Bunlara ilave edilen iki unsur ise; gözlem ve çıkarımlar arasında fark olduğu ile bilimsel yasa ve teorilerin farklı türden bilgiler olduğudur.

Bilimin doğasıyla ilgili anlayışlar, bilim okur-yazarlığı açısından önemli olsa da, bu alanda yapılan çok sayıda çalışmada, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili yeterli anlayışlara sahip olmadıkları ortaya çıkmaktadır (Driver vd., 1996; Lederman, 1992). Bazı çalışmalarda, öğrencilerin, bilimsel bilginin bir değişim süreci geçirdiği ile insan hayal gücü ve yaratıcılığının bir ürünü olduğunu anlayamadıkları ortaya çıkmıştır (Griffiths ve Barman, 1995; Griffiths ve Barry, 1993; Ryan ve Aikenhead, 1992). Bu bağlamda yukarıda açıklanan unsurların öğrencilere nasıl öğretilbileceği ve bu süreçte hangi yöntemlerin kullanılabilirliği üzerindeki tartışmalar hâlâ devam etmektedir.

Bu amaçla kullanılacak yöntemler arasında; tarihsel, dolaylı ve doğrudan yansıtıcı yöntemler sayılabilir (Akerson vd., 2000). Bilimin doğasını “duyuşsal bir öğrenme ürünü” olarak ele alan “dolaylı yaklaşım”, öğrencilerin bilimsel etkinliklere katılarak bilimin doğasını bir “yan ürün” olarak öğrenebileceğini varsaymaktadır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). 1990’lı yıllara kadar yapılan çalışmalar, öğrencilerin bilimle ilgili etkinliklere katılarak bilimin doğası anlayışlarının ancak sınırlı bir düzeyde

gelişebildiğini göstermiştir (Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 1992).

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin doğasını “bilişsel bir öğrenme ürünü” olarak kabul eder. Bu yaklaşımda bilimin doğası unsurlarına yönelik etkinlikler geliştirilir ve planlı bir şekilde öğretime katılır, öğrencilerin bu unsurları fark etmeleri için üzerinde özellikle durulur. Öğrencilerden bilimin doğası unsurları ile bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar arasında ilişkiler kurmaları beklenir ve öğrenciler bu konuda desteklenirler. Bilimin doğasının doğrudan öğretimi; öğrencilerin bir konu alanı veya bilimin doğası etkinlikleri bağlamında yansıtılarda bulunacakları bir öğrenme ortamında öğretimin yapılandırılmasını içerir. Bilimin doğasının öğretiminde doğrudan yansıtıcı yaklaşımın kullanılması da, öğrencilerin yeterli düzeyde anlayışlar geliştirebilmeleri açısından sınırlı ölçüde başarılı olabilmektedir (Liu ve Lederman, 2002; Solomon vd., 1992; Carey vd., 1989).

Bilimin doğasının tarihsel yaklaşımla öğretilmeye çalışılması durumunda ise öğrencilerin hem bilimin doğası kavramlarını hem de konu alanını başarılı bir şekilde öğrenebilecekleri ileri sürülmüştür (Ayvacı, 2007). Literatürdeki çalışmalarda tarihsel yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkisinin çok az olduğu ileri sürülse de (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a), iyi bir şekilde tasarlanıp uygulanan tarihsel yaklaşımın, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde diğerlerine oranla daha etkili olabileceği belirtilmektedir (Lin ve Chen, 2002; Irwin, 2000).

Tarihsel yaklaşım, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek için, bilimin tarihsel bir süreç içerisinde nasıl geliştiğini ele alır. Tarihsel yaklaşımda, öğrencilere sosyal ve kültürel bağlamda bilimsel fikirlerin nasıl ortaya çıktığını, geçmişten günümüze bilimsel gelişmelerin nasıl ilerlediğini tarihsel bir gelişim sırası içinde öğrenmeye teşvik eder (McComas ve Oslon, 2000). Ayrıca bilimsel bilgilerin ortaya çıkışını ve gelişimini o zamanki sosyal ve kültürel ortam içinde düşünme ve değerlendirme fırsatı sunar. Bilim tarihinin, fen kavramlarının öğretilmesinde kullanılması, öğrencilere derinlemesine düşünme ve tartışma fırsatı sağladığı için

(Matthews, 1994), fen kavramları ile bilimin doğasının birlikte öğretilmesi önerilmektedir (Clough, 2006).

Bilim tarihiyle ilgili literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların aşağıdaki boyutlarda önemli yansımalarının olduğu ortaya çıkmaktadır:

- a) Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde (Ayvacı, 2007; Craft ve Miller, 2007; Lin ve Chen, 2002; Irwin, 2000; Klopfer ve Cooley, 1963),
- b) bilim ve bilim insanı imajı oluşturmada (Şeker, 2012; Gümüş, 2009; Matthews, 1994),
- c) derslere karşı ilgilerinin artmasında (Şeker ve Welsh, 2006; Solbes ve Traver, 2003)
- d) kavramların öğrenilmesinde (Ayvacı, 2007; Stinner ve Williams, 1993)

Tüm bu sayılan önemli yansımalarına karşın, ders kitaplarında hala bilim tarihine yeterince yer verilmediği ileri sürülmektedir (Kahraman, 2013; Yıldız, 2013; Kılıç, 2010). Dolayısıyla, bilim tarihinin yukarıda açıklanan potansiyel faydalarından yararlanabilmek için, bilim tarihinin en uygun yolla ders içeriğine entegre edilmesi tavsiye edilmektedir (Şeker, 2012).

Bilim tarihinin fen bilimlerindeki her konuya entegre edilip edilemeyeceği ise önemli bir tartışma konusudur (Şeker, 2012; Brush, 1989). Buna rağmen, literatür incelendiğinde Kuvvet (Stinner, 1994), Hareket (Şeker ve Welsh, 2006), Elektromanyetizma (Seroglou vd., 1998), Yer Çekimi (Ayvacı, 2007), Atom Teorileri (Irwin, 2000), Evrim Teorisi (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) gibi çoğunluğu fizikle ilgili fen konularında bilim tarihinin daha fazla çalışıldığı görülmektedir. Işık konusunun ise bu alanda çok fazla kullanılmadığı dikkati çekmektedir. Bununla birlikte ışık konusu tarihsel gelişimi bakımından bilimin doğasının öğretiminde kullanılabilir bir konu alanı olarak görülmektedir.

Işığın tarihsel gelişim sürecine baktığımızda ışığın ne olduğu gizemli bir sorun olarak tarih boyunca ilgi çektiği görülmektedir. Uzunca bir dönem -güneş ışığı gibi- beyaz ışığın saf olduğuna yani renk içermediğine inanılıyordu. Birçok insan

prizmaların, su yüzeyindeki yağın ve merceklerin gökkuşağı renklerinde bir ışık demeti yaratabildiğini görmüştü, ama genel kanıya göre bu renkler, ışığın değdiği cismin kendisinden geliyordu. Newton ise -güneş ışığının- beyaz ışığın saf olmadığını birçok rengin bir karışımı veya birleşmesinden meydana geldiğini kanıtladı. Renkli ışıkların nasıl oluştuğuyla ilgili tartışmalar devam ederken bir sorun da cisimleri nasıl gördüğümüzle ilgiliydi. Antik yunan bilginleri cisimlerin görünebilirliğini gözün yarattığı bir olay sayıyordu. Örneğin, Epiküros (MÖ 341-270) görüntünün gözden kaynaklanan resimlerden oluştuğunu ileri sürmüştü, Platon ise gözün ve bakılan nesnenin saçtığı ışınların birleşimi olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte ışığın sonsuz hızla hareket ettiği görüşü yaygındı. Aslında doğal olanda buydu; çünkü ışığın belli bir hızla devindiği sağduyuya pek yatkın bir düşünce değildi. Gözümüzü açar açmaz görmüyor muyduk? Işığın belli bir hızla ilerlediği düşüncesini ilk kez Danimarkalı astronom Römer ortaya koyar. Işığın belli bir hızla devindiği düşüncesi ister istemez başka bir soruya yol açmıştı: ışık nasıl devinmektedir? Huygens bu soruyu dalga kuramıyla, Newton parçacık kuramıyla yanıtlar (Langone, Stutz ve Gianopoulos, 2008; Yıldırım, 2007).

Işığın tarihsel gelişimi incelendiğinde pek çok farklı görüşün ortaya atıldığı, gelişimin devam ettiği ve zengin bir içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Işık konusunun bilimin doğasının öğretiminde zengin bir içeriğe sahip olduğunu söyleyebiliriz. Bu bağlamda, bilim tarihinin ışık ünitesine entegre edildiğinde öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarına önemli katkılarının olabileceğine inanılmaktadır.

Bilim tarihinin bilimin doğasının anlaşılması amacıyla kullanıldığı önemli projeler gerçekleştirilmiştir. Harvard Case Histories in Experimental Science (Conant, 1957), The Project Physics Course (Holton vd., 1970) ve History of Science Cases for Schools (Klopfer ve Cooley, 1963) çalışmaları eğitimde bilim tarihinin kullanılmasında önemli adımlardır. Bu girişimlerin önemli etkilerinin olması istenmesine rağmen etkileyici başarıları görülmemiştir (Russell, 1981; Welch, 1973). Bu sebeple bilim tarihinin derslerde kullanılmasına yardımcı olmak üzere Hikâye Biçimi, Kesikli Hikâye Biçimi, Hikâye Örgüsü, Etkileşimli Tarihi Kesitler gibi çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir (Roach ve Wandersee, 1995; Stinner, 1995; Wandersee, 1992). Bu yaklaşımlara dayalı yapılan çalışmalarda önemli sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen yine de beklenen



yaygın etkiler görülmemiştir. Bu bağlamda, bilim tarihi kullanımını açıklayıcı, eğitim teorilerine dayalı bir öğretim modeline uygun olarak hazırlanan bilim tarihi materyallerinin kullanılması gerektiği ve böylece etkileyici başarılarının görüleceği düşünülmektedir (Şeker, 2012).

## 1.2. Problem Durumu

Bilimin doğasının öğretimi, bilim okur-yazarlığının en önemli unsurlarından birisidir. Bununla birlikte ülkemizde ve yurt dışında yapılan birçok çalışmada öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının zayıf bir düzeyde olduğu anlaşılmıştır (Küçük, 2006; Çelikdemir, 2006; Kang vd., 2005; Moss vd., 2001; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 1992; Meichtry, 1992). Bu sebeple öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye yönelik birçok çalışma yapılmış ve bu amaçla dolaylı, doğrudan ve tarihsel yaklaşım olarak bilinen üç farklı yaklaşım kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede doğrudan yansıtıcı yaklaşımın dolaylı yaklaşımdan daha etkili olduğunu bununla birlikte doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğasının bazı unsurlarını öğretmede yetersiz kaldığını göstermektedir (Ayvacı, 2007; Liu ve Lederman, 2002; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick; 2002). Tarihsel yaklaşımın ise öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde etkisinin çok az olduğu ileri sürülse de (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a) iyi bir şekilde tasarlanıp uygulanması durumunda diğerlerine oranla daha etkili olabileceği belirtilmektedir (Lin ve Chen, 2002; Irwin, 2000).

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede tarihsel yaklaşım bağlamında bilim tarihiyle ilgili materyallerin kullanıldığı çok sayıda çalışma vardır (Özcan, 2009; Ayvacı, 2007; Irwin, 2000; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b). Bu çalışmalarda öğrencilerin elde ettiği yeterliklerin sınırlı olduğu vurgulanmaktadır. Bunun nedenleri arasında bilim tarihinin tarih, felsefe, sosyoloji gibi alanlarla ilişkili kompleks bir yapısının olması, hazırlanan materyallerin öğretim yaklaşımlarına ve modellerine dayalı olmaması sayılmaktadır. Bu bağlamda, bilimin doğasının öğretiminde kullanılacak bilim tarihi materyalleri Hikâye Biçimi, Kesikli Hikâye Biçimi, Etkileşimli Tarihi Kesitler gibi yaklaşımlara ve eğitim teorilerine uyumlu bir

modele dayalı olmalıdır. Bu şekilde hazırlanarak geliştirilen bir öğretim materyalinin diğer yöntemlerden daha etkili sonuçlar ortaya çıkarabileceğine inanılmaktadır. Bu amaçla mevcut çalışmada ışık ünitesi konu bağlamında yukarıda belirtilen hususlar doğrultusunda bilim tarihi destekli ders kitabı öğretim materyali geliştirilmiştir.

Bilim tarihi destekli bu öğretim materyalinde bilimin doğasının öğretiminde tarihsel yaklaşımın yanında dolaylı ve doğrudan yansıtıcı yaklaşımlardan da faydalanılmıştır. Çünkü bu yaklaşımlar bilimin doğasının öğretiminde farklı etkilere sahiptirler. Bu yaklaşımlar bilimin doğasının her bir unsurunun öğretiminde farklı seviyelerde başarılı olmuşlardır. Örneğin konu alanı bağlamında bilimin deneysel unsurunun öğretiminde dolaylı yaklaşımın, bilimin kesin olmayan unsurunun öğretiminde doğrudan yansıtıcı yaklaşımın ve bilimin sosyal ve kültürel unsuru ile hayal gücü ve yaratıcı unsurunun öğretiminde ise tarihsel yaklaşımın daha başarılı oluşu ifade edilmektedir (Ayvacı, 2007). Bu çalışmada tarihsel yaklaşımın yanında dolaylı yaklaşımdan da faydalanılarak öğrencilere bilim insanlarının yaptıklarına benzer deneyler yaptırılmıştır. Böylece öğrencilere aynı tecrübeleri yaşama fırsatı sunulmuştur. Ders materyalindeki deneysel çalışmalar ise doğrudan yansıtıcı yaklaşım bağlamında ele alınarak gözlem ve çıkarım bölümleri oluşturulmuştur. Böylece öğrencilerin gözlem ve çıkarım arasındaki farkı anlayabilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca öğrencilerin elde ettikleri verilerden çıkarıma gitmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin bu çıkarımlarını sınıf içinde ifade etmeleri sağlanmış ve aynı verilerden farklı çıkarımların elde edilip edilemeyeceği üzerine bir tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinin yanında konu alanı kavramlarının da öğretilmesinde tarihsel yaklaşımın diğer yaklaşımlardan (dolaylı ve doğrudan yansıtıcı) daha etkili olabileceği ifade edilmiştir (Ayvacı, 2007). Bu çalışmada fen öğretim programlarına ilâve bir yük getirmemek amacıyla bilimin doğasının konu alanı bağlamında öğretilmesine karar verilmiştir. Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili konu alanı bağlamında yapılan çalışmalarda atom teorileri, kütle çekimi, kuvvet ve hareket, evrim teorisi gibi konular sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Işık konusunun ise bu alanda fazla kullanılmadığı dikkat çekmektedir. Her ne kadar ışığın öğretilmesi zor bir fen konusu olmasına rağmen (Galili ve Hazan, 2000; Galili ve Lavrik, 1998) geçirdiği tarihsel gelişim sürecinin çok çeşitli olması ve hâlâ bilim dünyası tarafından yapısının

tam olarak anlaşılammış olması bilimin doğasının bütün unsurlarının yansıtılabilecek bir konu olarak görülmesinde etkili olmuştur.

Bilimin doğasının öğretiminde kullanılan yaklaşımların daha etkili sonuçlar verebilmesi amacıyla yeni materyallerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç doğrultusunda çalışmayı desteklemek amacıyla bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmıştır. Bu illüstrasyonlar ile öğrenciler bilimin tarihsel gelişimini bir arada inceleyebilme ve bilimin doğası unsurları üzerinde düşünebilme fırsatı bulabileceklerdir. Aynı zamanda öğrenciler bu illüstrasyonlar ile konu alanı kavramlarını öğrenebilme ve bilim ve bilim insanı imajlarını düzenleyebilme imkânına da sahip olacaklardır. Bu şekilde hazırlanan bilim tarihi destekli öğretim materyalinin fen bilgisi öğretim programında yer alan öğrencileri birer “bilim okur-yazarı” olarak yetiştirme amacına ulaşmada etkili bir araç olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmaya rehberlik eden araştırma soruları ise aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarına etkisi nedir?
- 2) Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin sınıf içi öğretime yansımaları nedir?
- 3) Bilim tarihi destekli öğretim materyaliyle ilgili öğretmen ve öğrencilerin düşünceleri nelerdir?

### **1.3. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, bilim tarihi destekli öğretim materyali hazırlamak ve bu öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini ve sınıf içi öğretime yansımalarını incelemektir.

### **1.4. Çalışmanın Gerekçesi ve Önemi**

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından birisi de bireyleri, bilim okur-yazarı olarak yetiştirmektir. Bilim okur-yazarı olan bireylerden çevrelerinde karşılaşılabilecekleri olgu ve olayları bilimsel bir bakış açısıyla yani bir bilim insanı yaklaşımıyla incelemeleri istenmektedir. Bunu sağlamak için ise bireylerin doğru bir

bilim anlayışına sahip olması gerekli görülmektedir. Bilim okur-yazarı olarak yetiştirilmek istenen bireylerin fen kavramlarını öğrenmelerinin yanında bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede ise bilim tarihi faydalı bir alan olabilir. Yapılan araştırmalar, öğretmenlerin bilim tarihini sevdiklerini ve derslerinde kullanmak istediklerini fakat fen kavramları ile nasıl ilişkilendirebileceği konusunda eksikliklerinin olduğunu göstermiştir (Monk ve Osborne, 1997). Bilim tarihi içeriği tarih, felsefe ve sosyoloji gibi alanlar ile de ilişkili olduğu için öğretmenlerden beklenenler herhangi bir öğretim materyalinin kullanılması için beklenenlerden fazladır. Öğretmenin bilim tarihinin potansiyel faydalarından yararlanabilmesi için kaynakların öğretmenlerin dersin içeriği ile kolayca ilişkilendirebileceği düzeye getirilmesi gerekmektedir (Şeker, 2012).

Birçok araştırmacı öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının en iyi konu alanı bağlamında öğretilenliğini savunmuştur. Bazı araştırmacılar ise, bilimin doğasının konu alanı bağlamının dışında öğretilmesinin, öğretim programlarına sadece ilâve bir yük getireceğini belirtmektedir (Driver vd., 1996). Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinin yanında konu alanı kavramlarını da öğrenmesinde tarihsel yaklaşımın diğer yaklaşımlardan (dolaylı ve doğrudan yansıtıcı) daha etkili olduğu belirtilmektedir (Ayvacı, 2007). Ancak bazı çalışmalar tarihsel yaklaşımın öğrencilerin konu alanı kavramlarını öğrenmede etkisinin olmadığını ileri sürerken (Irwin, 2000), bazı çalışmalarda ise tarihsel yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkisinin çok az olduğu tespit edilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). Fakat iyi bir şekilde tasarlanıp uygulanan tarihsel yaklaşımın, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde önemli etkilerinin olabileceği belirtilmektedir (Lin ve Chen, 2002; Irwin, 2000).

Bilim okur-yazarı olması hedeflenen bireylerden fen kavramlarını öğrenmelerinin yanı sıra bilimin doğası anlayışlarının da yeterli bir düzeyde olması istenmektedir. Ancak uygulanmakta olan fen öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede yetersiz kaldığı ve uygun olmayan anlayışlar oluşturmalarına sebep olabileceği yapılan araştırmalar sonucunda birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Küçüköğuz, 2011; Yiğit vd., 2010; Yamak, 2009; McComas, 1996). Fen eğitimindeki bu gibi sorunları ortadan kaldırabilmek ve daha yararlı kaynaklar oluşturabilmek amacıyla, bilim tarihinin ders içeriğine nasıl entegre edilmesi gerektiğini ortaya koymak

ve etkilerinin incelenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenlerle; bu çalışmada, bilim tarihinin fen eğitiminde eğitici bir araç olarak kullanılmasına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

### **1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları**

Bu çalışmanın sınırlılıkları maddeler halinde aşağıda verilmiştir:

1. Çalışma Rize ili, Çayeli ilçesi Yamantürk İlköğretim Okulu'nda gerçekleştirilmiştir. Okulda 7. Sınıf düzeyinde öğrenim gören 20 öğrenci çalışmaya katılmıştır.
2. Çalışma 7. Sınıf ışık ünitesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

### **1.6. Çalışmanın Varsayımları**

1. Araştırmada öğrencilerin bilimin doğası anlayışları açık uçlu anket ile elde edilmiştir. Bu veri toplama aracındaki soru maddelerinin öğrenciler tarafından içtenlikle yanıtlandığı varsayılmıştır.
2. Çalışmayı yürütecek öğretmen bilimin doğası eğitimi almıştır. Öğretmenin bilimin doğası anlayışının çalışmayı yürütmesi açısından yeterli olduğu varsayılmıştır.

### **1.7. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası**

Bilimin ve bilimsel bilginin doğası bilim okur-yazarlığının en önemli unsurlarından birisi olarak görülmektedir. Ancak şunu belirtmek gerekir ki bir ilmin zihniyeti, ilmin kendisi değildir. Çünkü zihniyet, konudan başka bir şeydir (Topçu, 2011). Bu bağlamda bilimin doğasının bilimin konusundan farklı bir şey olduğunu söyleyebiliriz. Bilimin doğası; bilim epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime veya bilimsel bilginin gelişmesinin doğasında var olan inanç ve değerlere atıfta bulunur (Lederman, 1992).

Galileo ve Newton mekaniklerinden bu yana bilimin genel amacı “doğaya egemen olma” şeklinde adlandırılmaktaydı (Ströker, 1990). Galileo bu amaca gitmedeki düşüncesini ise şu şekilde ifade etmiştir: “*Doğa bilimlerinin vardığı sonuçlar doğru, gerekli ve insan yargısından bağımsızdır.*” Böyle bir bilim anlayışı ile kuramların, gözlemciden bağımsız olarak dünyayı olduğu gibi yansıttığına inanılmaktaydı (Alexander, 2010). Doğayı yalnız Tanrı dışında değil, insanın dışında da düşünmek ve böylece “nesnel” bir doğa anlatımına ya da açıklamasına yol açmak isteniyordu. Böylece bir takım deneyler yoluyla, doğa olaylarının bazı ayrıntılarını ortaya çıkarmaya, onları nesnel olarak gözlemlemeye ve böylece doğayı “açıklayabileceğine” inanıyorlardı (Heisenberg, 1968).

Ancak daha sonraları ele alınan konuların, onları ele alan insanların dışında düşünülmemeyeceği anlaşılmıştır. Bu anlayışa göre konu (nesne), özneye doğrudan ve dolaysız olarak açık durmamaktadır; tersine duruma daha yakından bakıldığında, konunun (nesnenin), öznenin bilimsel ele alış ve sorusunu soruş tarzından bağımsız olmadığı görülür. Demek ki, özne konusu (nesnesi) karşısına belirli ilgiler ve bakış açıları ile donanmış olarak çıkmaktadır ve en önemlisi, ilgilerin ve bakış açılarının saptanması, öznenin sahip olduğu olanaklara göre gerçekleşmektedir. Bu durum, bilim insanının konu (nesne) olarak yöneldiği olgular karşısında edilgin bir seyirci olmadığını, tersine onun konusu (nesnesi) karşısında etkin bir tutum içinde olduğunu ve konusuna (nesnesine) ancak böyle bir konum içinde yöneldiğini gösterir. Buradan bakıldığında, bilimde, ele alınan konu (nesne) karşısında soyut bir “salt” özne bulunmadığı, tersine bu öznenin, tarihsel ve toplumsal somutluğu içindeki insan olduğu görülür (Ströker, 1990).

Doğa bilimleri için araştırma konusu artık salt doğa değil, insan tarafından soru yağmuruna tutulan doğadır, bu ölçüde de insan, yine karşısında kendisinden başka bir şey bulamamaktadır (Heisenberg, 1968). Tarih boyunca insanların doğaya ve bilime karşı tutum ve anlayışlarında değişimler olmuştur. Werner Heisenberg (1968) ise bu değişim hakkındaki düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

*“Demek, matematik denklemler artık doğayı değil, onunla ilgili bilgimizi gösteriyordu. Bu demektir ki, yüzlerce yıldan beri yapılageldiği üzere, doğayı*

*anlatmaktan vazgeçilmiştir. Oysa, on yıl öncesine kadar, bütün kesin bilimlerin doğal amacı sayılmaktaydı bu”.*

Bu bağlamda şunu söyleyebiliriz ki, artık bilimin amacı doğada gerçekleşen olgu ve olayları açıklamak değil, anlamaya yani anlaşılır kılmaya çalışmaktır.

Toplumun devamlı değişen kültürel yapısı ve yeni gözlemler ile insanların doğayı devamlı anlaşılır kılma istekleri sonucunda bilimin doğası anlayışları da sürekli değişmiştir. Bu değişim süreci dolayısıyla bilimle uğraşan insanlar tarafından bilim ve bilimin doğası üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanım yapılamamıştır. Lederman (1992) ise bilimin doğasını “doğasında var olan değerler ve varsayımlardır” şeklinde genel bir ifade ile tanımlamıştır. Bilimin doğası hakkında farklı tanımlamalar yapılmış olmasına rağmen konu hakkında bazı görüşlerde uzlaşıya varılmıştır. Böylece bilim eğitimcileri tarafından okul öncesinden üniversiteye kadar olan (K-12) öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili başarabilecekleri seviyede bazı unsurlar ileri sürülmüştür (Abd-El-Khalick vd., 1998). K-12 öğrencileri, öğretmen adayları için uygun olan bu unsurlar şu şekilde sıralanabilir; (i) bilimsel bilgi kesin değildir (değişebilir); (ii) deneylere dayalıdır (doğal olayların gözlenmesinden ortaya çıkar ve/veya onlara dayalıdır); (iii) teori-yüklüdür (öznel); (iv) kısmen insan çıkarımının, hayalciliğinin ve yaratıcılığının bir ürünüdür (açıklamaların icat edilmesini içerir). Bunlara ilave edilen iki unsur ise; gözlem ve çıkarımlar arasında fark olduğu, bilimsel yasa ve teoriler arasında ilişkileri ve işlevleri içerir.

Yapılan çalışmalar bilimin doğasının unsurları hakkında zihinlerde birçok yanlış anlama olduğunu ortaya koymuştur. Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan düşünceler Tablo 1’de sunulmuştur (Çil, 2010).

**Tablo 1.** Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler

<b>Bilimin Doğası Unsuru</b>	<b>Kabul Edilebilecek Açıklamalar</b>	<b>Doğru Olamayan Düşünceler</b>
Bilim hakkında genel düşünce	Bilim doğal dünyayı kapsamlı olarak araştırmak, onunla ilgili bilgiler elde etmektir. Bilim bütün sorulara cevap veremez. Bu nedenle bilim, bilimin özel bir yoludur (İrez, 2004).	Bilim Dünya ile ilgili gerçekleri ortaya koyar (Dotger, 2006; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) bu nedenle de doğuluğu kanıtlanmış bilgiler kümesidir (Sutherland ve Dennick, 2001). Ayrıca bilim ve teknoloji aynı kavramlardır. Birçok kişi televizyon, roket, bilgisayar, buzdolabı vb. bilim olduğuna inanmaktadır (McComas, 2000).
Geçici	Bilimsel bilgiler hem güvenilirdir (insanlar bilimsel bilgilere güvenebilir) hem de geçicidir. Bir konuda yeni verilerin elde edilmesi ile hatalar giderilebilir veya eksikler tamamlanabilir. Bazen de mevcut verilerin farklı bir bakış açısı ile yeniden yorumlanması var olan bilgileri değiştirebilir (Akerson vd., 2006). Bu bağlamda bilimsel bilgiler mutlak doğrular değil bugün kabul edilen en iyi açıklamalardır.	Bilimsel bilgiler mutlak, değişmez. Bazı araştırmalar öğrencilerin (Freidman, 2006; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002), öğretmen adayları veya öğretmenlerin (Murcia ve Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) hatta doktora öğrencilerinin bile (İrez, 2006) bilimin geçici olduğu boyutunda yetersiz kavramlara sahip olduğunu göstermektedir. Bilimin geçici olmasının bir nedeni de kendi hatalı olan bölümlerini zaman içinde düzeltmesidir. Fakat bilimin hata yapabileceği sıklıkla göz ardı edilmektedir (McComas, 2000).
Deneysel	Bilimsel fikirlerin geçerli olabilmesi için doğru verilere ihtiyaç vardır. Bilimsel bilgiler doğal fenomenler ile ilgili gözlemlere bağlı olarak ortaya çıkar, gözlem ve ölçüm sonuçlarına dayanır. Elde edilen bulgular diğer bilim insanları tarafından kontrol edilir. Yeni verilerin ortaya çıkması durumunda deliller tekrar gözden geçirilir (Proje, 2001).	Öğrenciler okullarda deney raporu hazırlarken, başka insanlarında aynı yöntemi izleyerek benzer sonuçlar elde edebilmeleri için deneyde nasıl bir yol izlediklerini açıkça sunmaktadırlar. Bu durum öğrencilerin, profesyonel bilim insanlarının birbirlerinin sonuçlarını kontrol etmek amacıyla tekrar gözden geçirildiği bakış açısı geliştirmelerine yol açabilmektedir (McComas, 2000). Öğrencilerin genellikle deneyler yalnızca bilimsel bilgilerin doğruluğunu kanıtlamak için yapılır şeklinde düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b).



**Tablo 1(devam). Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler**

Hayal gücü ve yaratıcılık	Bilim insanları zihinlerini ve hayallerini açıklamalar icat etmek için kullanır. Bilim insanları verileri anlaşılır yapmak, sınırlı miktarda veriye sahip oldukları bir konuda olayın tamamını neye benzediği hakkında son bir resim oluşturmak için bulmacadaki eksik parçaları doldurmak zorundadır. Bütün bu süreçte hayal gücü ve yaratıcılık önemlidir (Abd-EI Khalick vd., 1998; Küçük, 2006).	Bilimsel bilgiler objektif olmalıdır. Bunu sağlamak için bilimsel bilgiler sadece deney ve gözlem sonucu elde edilir. Hayal gücü ve yaratıcılık sonuçların objektif olmasını engeller (Abell vd., 2001; Khishfe ve Abd-EI- Khalick, 2002; Murcia ve Schibeci, 1999).
Öznel	Bilimsel bilgilerin tamamen objektif olması mümkün değildir. Oysaki yaratıcılık bilgi üretme sürecinde rol oynayan bir etmendir. Aynı konuda çalışan iki bilim insanının özde sonuçlara ulaşması garanti altına alınmaz. Bilim insanlarının sahip oldukları ön kavramlar, sosyo kültürel değerler, benimsedikleri paradigmlar ulaştıkları sonuçları etkiler. Ayrıca bilimin yaratıcılık gerektirmesi de tam bir objektifliği engellemektedir (Mc Comas, 1996; Mc Comas, 2000). Örneğin küresel ısınma, dinozorların neslinin tükenmesi, evrenin oluşumu ile ilgili farklı görüşler mevcuttur.	Bilim insanları kanıtları dikkatlice toplar, analiz eder ve sonuca varmak için bir süreç izlerler. Bu nedenle aynı konuda çalışan, benzer deneyleri yapan ve benzer verilere sahip bilim insanları birbirleri ile farklı sonuçlara ulaşamazlar (McComas, 2000).
Sosyokültürel	Dünyanın bütün ulusları bilime katkıda bulunur. Bilim karmaşık sosyal bir etkinliktir. Bu nedenle toplumsal değerler ve bakış açıları bilimi etkiler (Proje, 2061). Bilim ve toplum arasında karşılıklı ilişkiler vardır. Bilimsel gelişmeler toplumun gelişmesine ve değişmesine yol açarken, bilim insanları içinde yaşadıkları toplumun ihtiyaçları, gelenek görenek, dini inanç vb. etkilenirler. Bu bakış açısına sahip olmak öncelikle bilime katkı sağlayan toplumlara ve insanlara takdir etmeyi sağlar. Buna ek olarak bilim insanlarının tam olarak objektif olamayacağı imajının kazanılmasını destekler.	Genellikle bilimsel gelişmelerin toplum üzerinde etkili olduğu öğrenciler tarafından kolaylıkla kabullenilebilmektedir. Ancak toplumun bilim üzerindeki etkileri hakkında değişime dirençli yanlış anlamalar bulunmaktadır. Genellikle bilim insanlarının yaptıkları çalışmaların toplumdaki bağımsız olduğu yani bilim insanlarının içinde yaşadıkları toplumun ırk, din, gelenek ve göreneklerinin yaptıkları çalışmalar üzerinde etkili olmadığını düşünmektedir.

**Tablo 1(devam). Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler**

<p>Gözlem ve çıkarımlar arasındaki fark</p>	<p>Bilim insanları deneyler ve kapsamlı gözlemler yolu ile veriler elde ederler. Sonuca ulaşmak için elde edilen verilerin yorumlanması gerekir. Bilim insanları sahip oldukları ön bilgileri, akıl yürütme vb. zihinsel süreçlerini kullanarak çıkarımlarda bulunurlar. Gözlemlere duyularla doğrudan erişilir fakat çıkarımlara duyularla doğrudan erişilemez. Örneğin, ortalama küresel ısınma ve karbondioksit miktarının ölçülmesi, bilim insanlarının gözlemlerini temsil eder. Bu ölçümlere dayanarak bilim insanlarının yakın bir gelecekteki küresel ısınma ve karbondioksit miktarı hakkında ileri sürdükleri sonuçlar çıkarımlardır (Abd-El Khalick vd., 1998; Küçük, 2006).</p>	<p>Bilimsel bilgiler objektif olmalıdır. Bunu sağlamak için bilimsel bilgiler sadece deney ve gözlem sonucu elde edilir. Hayal gücü ve yaratıcılık sonuçların objektif olmasını engeller (Abell vd., 2001; Khishfe ve Abd-El- Khalick, 2002; Murcia ve Schibeci, 1999).</p>
<p>Teori ve kanunların doğası</p>	<p>Teori ve kanunlar farklı bilimsel bilgilerdir ve farklı fonksiyonlara hizmet ederler. Kanunlar gözlenen doğa olayları hakkındaki genellemelerdir. Teoriler ise bu genellemelerin açıklamalarıdır. Teoriler elde edilen kanıtlara bağlı olarak kanun haline gelmez fakat kanıtların artması teoriyi daha güvenilir yapar (Dagher vd., 2004).</p>	<p>Bilimin doğasının bu unsurunda birbiri ile ilişkili ve çok çeşitli yanlış anlamalar vardır. Örneğin; kanunlar, doğrudan gözlemler sonucu oluşturulurlar ve kolaylıkla doğrulukları ispatlanabilir (Dagher vd., 2004). Teoriler, uygulanmamış kanunlardır, yeteri kadar kanıt elde edilmediğinde kanun haline gelirler (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Yalvaç vd., 2007). Bu nedenle teoriler değişebilir fakat kanunlar mutlak gerçeklerdir ve değişmezler (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Gürses vd., 2005). Bütün bu sebeplerden dolayı teoriler kanunlar kadar güvenilir bilgiler değildir (McComas, 2000).</p>

## 1.8. Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma

Poincare (1989) bilimin doğasının bilim tarihine bakılarak açıklanabileceğini, Kuhn (1962) ise bilim tarihi anlatılmadan bilimin öğretilmeyeceğini savunmaktadır. Ancak bilim tarihinin sadece birer zaman dizimi ve anlatı deposu olarak görülmemesi gerektiği (Kuhn, 1962) ve bilim tarihinin bir keşifler hikâyesi olmadığı (Sarton, 1995) belirtilmektedir. Aynı zamanda ise keşiflerin geçici olduğunu ve bir süre sonra eski keşiflerin yerini yenilerinin alacağına dikkat çekilmiştir (Sarton, 1995). Bu bağlamda bir bilim tarihçisinin asıl görevi keşifleri kaydetmek değil, bilimsel düşüncenin gelişimini, yani insan bilincinin gelişimini açıklamaktır. Bilimdeki tarihsel gelişmelerden haberdar olan birey, keşif ve icatların nasıl yapıldığının, bu süreçte nelerin yaşandığının, hangi koşulların etkili olduğunun farkına varır ve bunları takdir eder. Bu yönüyle, bilim tarihinin, fen eğitiminde kullanılmaya oldukça uygun olduğu söylenebilir (Laçın Şimşek, 2009).

Öğrenciler tarafından en fazla kullanılan yazılı ve görsel materyaller arasında yer alan ders kitaplarına bakıldığında ise bilim tarihine çok fazla yer verilmediği görülmektedir (Yıldız, 2013; Kahraman, 2013; Kılıç, 2010). Ayrıca, ders kitaplarında bilimin kavramsal yapısıyla ilgili ifadeler yer verilirken, bilimsel yöntemler ve süreçlerle ilgili ifadeler daha az yer almaktadır (Laçın Şimşek, 2009). Öğrencilerin bilimi ve bilimin doğasını öğrenmede tutumlarının gelişmesi için sadece kavramsal anlamayı vurgulayan müfredat materyalleri tasarlanmanın yeterli olmadığı görülmektedir (Marx vd., 2004). Bu sebeple ders kitaplarında sadece “ne bildiğimize” değil, bu bilgiye “nasıl ulaştığımıza” da yer verilmelidir (Gallagher, 1991).

Bilim tarihinin fen öğretiminde kullanılmasının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde (Ayvacı, 2007; Craft ve Miller, 2007; Lin ve Chen, 2002; Irwin, 2000; Klopfer ve Cooley, 1963), bilim ve bilim insanı imajı oluşturmasında (Şeker, 2012; Gümüş, 2009; Matthews, 1994), derslere karşı ilgilerinin artmasında (Şeker ve Welsh, 2006; Solbes ve Traver, 2003) ve kavramları öğrenmesinde (Ayvacı, 2007; Stinner ve Williams, 1993) olumlu etkileri görülmektedir. Ayrıca fen eğitiminde bilim tarihinin kullanılması öğrencilerin bilim kültürünü kazanmalarına yardımcı olmaktadır (Güney ve Şeker, 2012). Bilim kültürü bilimin gelişme süreci içerisinde yer

alan maddi ve manevi değerleri; doğal ve toplumsal etkileri; bu yönde çalışan grupların toplum içindeki yerlerini ifade eder. Yapılan bilim tarihi çalışmalarında (Craft ve Miller, 2007; Wieder, 2006) ğrencilerin kendilerini bir bilim insanının yerine koyması bilim kültürü ile kurulan empatiye örnek olarak verilebilir (Güney ve Şeker, 2012).

Bilim tarihinin derslerde kullanılmasına yardımcı olmak üzere geliştirilen çeşitli yaklaşımlar vardır: Hikâye biçimi, Kesikli hikâye biçimi, Hikâye rgs, Etkileşimli tarihi kesitler (Roach ve Wandersee, 1995; Stinner, 1995; Wandersee, 1992). Bilim tarihi kullanımı konusundaki çalışmalar bu yaklaşımlara dayansalar da, eğitim teorilerine dayalı kapsamlı bir modele dayanmadığı için bilim tarihinin kullanımında önemli sonuçlar elde edilse bile yaygın bir etkisi görülmemiştir (Şeker, 2012). Şeker (2012) bilim tarihinin fen eğitimindeki rolünü açıklamak ve ğretim materyalleri geliştirmek için yapılacak çalışmaların teorik altyapısının kurulmasına yardımcı olmak amacıyla bir model oluşturmuştur. Bu modelde, bilim tarihinin fen eğitiminde kullanılmasını dört düzeyde açıklamıştır: Kavramsal Düzey, Epistemolojik Düzey, Sosyokültürel Düzey ve İlgi Düzeyi. Kavramsal düzey bilişsel kazanımlara ve ilgili yaklaşımlara; Epistemolojik Düzey eğitimde bilimin doğası ve bilimsel süreç ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara; Sosyokültürel Düzey bilim ve toplum arasındaki ilişkinin anlaşılması ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara; İlgi Düzeyi eğitimde duyuşsal alan ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara dayanır.

**Tablo 2.** Bilim tarihini öğretimde kullanma modeli düzeyleri ve alt düzeyleri

Düzeyler	Alt Düzeyler	Bilgi türü	Yaklaşım	Hedef Kazanım	Öğretim Stratejisi	Örnek
<b>Kavramsal Düzey</b>	Benzer fikirler	Öğrencinin ön bilgilerine benzer düşünceler	Anlamli Öğrenme	Daha Kapsamlı Bir Bilişsel Çerçeve	Sorgulama Tabanlı	Impetus düşüncesine benzer düşüncelerin sorgulanarak ortaya çıkartılması
	Ardışık zıtlıklar	Aynı delile dayalı zıt bilimsel düşünceler	Argümantasyon	Muhakeme gücünün artması	Tartışma Ortamı	Galvani ve Volta'nın aynı delilden farklı sonuçlara ulaşması
	Kronolojik gelişim	Kavramların tarih içinde sıralı gelişimi	Hikâye Örgüsü ve Anlamli Öğrenme	Kavramlar arasındaki ilişkilerin güçlenmesi	Kesikli Hikâye Biçimi	Kuvvet kavramının tarihi gelişim basamaklarının sebep-sonuç ilişkisi içinde verilmesi
	Keşif bağlamı	İyi yapılandırılmamış bilimsel sorunlar	Durumsal Öğrenme ve Otantiklik	Gerekelendire ve muhakeme yetenekleri	Argüman Geliştirme Etkinliği	Brahe'nin verilerinin Aristoteles'in evren modeline uymaması
<b>Epistemolojik Düzey</b>	Yöntem	Bilimsel yöntemler ve süreçler ilgili bilgiler	Bilimin doğası	Bilimsel süreçler üzerine farkındalık oluşturmak	Süreçlerin tekrar edilmesi	Galileo'nun eğik düzlem etkinliğini gerçekleştirilirken değişkenlerin kontrolü üzerinde durulması
	Yöntem-bilim	Bilimsel çalışmaları etkileyen bakış açıları	Paradigmaların Gelişimi	Bakış açıları (paradigmalar) üzerine farkındalık	Sorgulama Tabanlı	Volta'nın araçsalcı bakış açısının bilimsel çalışmalarına etkisi
<b>Sosyo-kültürel Düzey</b>	Bilim ve Halk	Bilim ve halk arasındaki etkileşim	Bilimsel Okuryazarlık ve Değer Teorisi	Bilimin toplumsal hayat ile ilişkisi üzerine farkındalık	Araştırma ödevi ve Argüman Etkinlikleri	Peter Peregrinus zamanında halkın mıknatıs üzerine batılı inançları ile günümüzdekilerin karşılaştırılması
	Bilim Topluluğu	Bilim adamlarının bilim topluluklarındaki yeri	Bilimin doğası	Bilim topluluklarının yapısı hakkında farkındalık	Kısa Hikâye Biçimi ve Araştırma Ödevi	Newton'un Kraliyet Akademisi başkanı olduğu zamanda davalı olduğu Leibniz'in soruşturmasını yürütmesi
	Teknoloji tarihi	Kavramların keşfi ve teknolojik gelişmeler	Bilim-Teknoloji-Toplum ve Değer Teorisi	Bilim teknoloji arasındaki ilişki üzerine farkındalık	Araştırma ödevi	Volta'nın pilleri keşfi ile meydana gelen değişiklikler ve günümüzdeki örneklerinin araştırılması
	Birey olarak bilim adamı	Bilim adamının birey olarak yaşadıkları	İnsanileştirme	Özdeşleştirme ile bilime olan ilginin artması	Kısa Hikâye Biçimi	Galileo'nun bilimsel çalışmaları dışındaki hayatından örnekler
<b>İlgi Düzeyi</b>	Bilim adamı imajı	Bilimsel çalışmaları etkileyen yaşantılar	Bilim Adamı İmajı	Yetkinlik duygusu ile bilime olan ilginin artması	Kısa Hikâye biçimi	Newton'un veba salgınından dolayı üniversiteden ayrılması ve çalışmalarına amcasının çifliğinde devam etmesi
	Magazin	İçerik ile ilişkili olmayan tarihten kesitler	Çekici Detaylar	Dikkatin toplanması	Kısa Hikâye biçimi	Kopernik'in teyzesinin cadı suçlaması ile yakılması

## 1.9. Bilimin Doğasıyla İlgili Literatürün İncelenmesi

Murcia ve Schibeci (1999) yaptıkları çalışmada, 38'i okulun başlangıç aşamasında, 35'i ise okuldan ayrılma döneminde olan 73 ilköğretim hizmet öncesi öğretmen adaylarının bilimin doğasına bakış açılarını araştırmışlardır. Veriler analiz edildiğinde, katılımcıların bilimin doğası konusunda modern bir bakış açısına sahip olmadıkları belirlenmiştir. Okuldan ayrılmak üzere olan ve başlangıç döneminde olan bu iki grup öğrencilerin bilimin doğası anlayışları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Gücüm (2000) yaptığı çalışmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlama düzeylerini ve sınıf ve cinsiyete göre bu anlayışlarındaki farklılıkları ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışma 176 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak Rubba (1996) tarafından geliştirilen ve 48 önermeden oluşan Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği (BBDÖ) kullanılmıştır. Verilerin analizleri sonucunda, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının sınıf ve cinsiyetleri bakımından Bilimsel Bilginin Doğasını Anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bununla birlikte dikkat çekici bir diğer unsur ise öğretmen adaylarının ölçeklerden elde ettikleri puanların çok az olduğudur.

Irwin (2000) tarihsel yaklaşımın bilimin doğasının öğretimindeki etkililiğini araştırmıştır. Çalışma aynı yetenek ve bilimsel bilgi seviyesine sahip 14 yaş grubundaki iki farklı öğrenci grubuyla yürütülmüştür. Gruplardan birinde atom ve periyodik tablo konusu tarihsel materyaller kullanılarak verilirken, diğer grupta tarihsel olaylara vurgu yapılmaksızın konunun öğretimi yapılmıştır. Her iki grubun bilimin doğasını ve konu alanını kavrama düzeyleri, ön-son test yöntemiyle ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda, her iki gruptaki öğrenciler arasında atom ve periyodik tablo konusunu anlamada bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Ancak, tarihsel materyallerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmek bağlamında üç önemli sonuç ortaya çıkmıştır:

- i. Bilimsel bilginin nasıl geliştiği hakkında önemli kazanımlar elde etmişlerdir. Yaratıcılık ve hayal gücünün teorilerin oluşumundaki etkisini fark etmişlerdir.

- ii. Bilimsel bilginin, prensiplerin ve olguların bir toplamı olmadığını, sorgulamaya açık ve tartışılabilir olduğunu anlamışlardır.
- iii. Bilimsel bilgilerdeki ilerlemelerin teknoloji ve deneylerdeki gelişmelere bağlı olduğu anlamışlardır.

Sonuç olarak araştırmacı tarihsel yaklaşımın, fen konu alanını öğretmede fazladan bir etkisinin olmadığını fakat bilimin doğasını öğretmede etkili bir yol olabileceğini belirtmiştir.

Bell vd. (2000) 13 fen öğretmeni adayının sınıf uygulamaları ile bilimin doğası hakkındaki görüşlerini analiz etmiştir. Araştırmada öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini öğretim uygulamalarına transfer etmelerinde başarısız olmalarının, hem bilimin doğası hem de yöntemle ilgili eş zamanlı bir öğrenmeyle çözülebileceği varsayılmıştır. Matematik programının ilk dersinde bilimin doğasının unsurları öğretmen adaylarına etkinlik-tabanlı bir yaklaşımla birlikte doğrudan öğretilmiştir. İkinci fen yöntem dersi bilimin doğasının öğretiminin öğrenilmesiyle ilgili olarak verilmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının çoğunun bilimin doğası hakkında sahip olduğu ileri düşüncelerinin sınıfa aktarılamadıklarını göstermiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının hiçbirisi ne planlarında ne de öğretimlerinde bilimin doğasından açıkça bahsetmemişlerdir.

Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) doğrudan yansıtıcı ve dolaylı araştırma yoluyla öğretimin bilimin doğası bakış açısına etkilerini araştırmışlardır. Çalışma özel bir ilköğretim okulunun iki farklı altıncı sınıfında gerçekleştirilmiştir. Doğrudan öğretimin yapıldığı grupta 33, dolaylı öğretimin yapıldığı grupta ise 29 öğrenci olmak üzere toplam 62 öğrenci çalışmada yer almıştır. Bu çalışmada bilimin doğasının dört unsuru vurgulanmıştır. Bunlar; bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, hayalci ve yaratıcı ve çıkarıma dayalı doğası olarak açıklanmıştır. Bu çalışmada araştırma etkinlikleri, tartışmalar ve bilimin doğası etkinlikleri, bilimin doğasının öğretimi için kullanılmıştır. Katılımcıların bakış açılarını değerlendirmede altı parçadan oluşan açık uçlu anket, yarı yapılandırılmış mülakat ile birlikte kullanılmıştır. Mülakatlar her bir gruptan 8 toplam 16 öğrenci ile yapılmıştır. Uygulamalar öncesinde her iki grupta yer alan öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarının zayıf olduğu tespit edilmiştir. Dolaylı

öğretimin yapıldığı grupta öğretim sonunda değişim olmadığı, doğrudan öğretimin yapıldığı grupta ise öğrencilerin çoğunun, çalışmada ele alınan bilimin doğası unsurlarından birinde veya daha fazlasında bakış açısını geliştirdiği tespit edilmiştir.

Oyman (2002) tarafından yapılan bir yüksek lisans çalışmasında, ilköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası ve fen bilgisi öğretimi konusundaki görüşleri incelenmiştir. Çalışma Kartal bölgesinde 40 ilköğretim okulunda 99 Fen Bilgisi öğretmeni ile yürütülmüştür. Veri toplamak amacı ile bir anket oluşturulmuştur. Anketin birinci kısmında kişisel bilgiler, ikinci kısmında fen bilgisi öğretimi ile ilgili Lunetta ve Koul (1996) tarafından hazırlanan açık uçlu sorular ile Taylor ve Fraser (1997) tarafından hazırlanan Likert tipi sorular, üçüncü bölümde ise bilimsel bilginin yapısı ve bilimin doğasını anlama ile ilgili W.Cobern'in Nature of Science Card Game adlı oyun kartları cümlelerinden oluşan sorular bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda; iki ana konu ortaya çıkarılmıştır. Araştırmanın ilk bölümünde, fen bilgisi öğretimi ile ilgili açık uçlu sorularda, öğrencilerin sahip olması gereken bilimsel yetenekler, öğretimde anlamlı öğrenmeyi sağlayacak unsurlar, fen bilgisi öğretiminde öğrencilerin en çok zorlandığı kavramlar ve müfredat programları ile ilgili düşünceler ortaya konulmuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde ise fen bilgisi öğretmenlerine, bilimsel bilginin yapısı ve bilimin doğasını anlama ile ilgili sorular sorularak, cinsiyet, mezun olunan okul ve mesleki kıdeme göre öğretmenlerin çağdaş veya geleneksel bilim anlayışına sahip olmalarının değişip değişmediği belirlenmiştir. Genel olarak öğretmenlerin meslekî kıdemlerine, mezun olunan okula ve cinsiyete göre çağdaş veya geleneksel anlayışın bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ayrıca "Bilimsel Bilgi, Doğal Yaşamın Doğrularını Verir" görüşüne öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun katılması dikkat çekici olmuştur. Bu araştırma bilimin doğasını anlama ve kavram öğrenme arasındaki ilişkiyi konu alacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Howe (2003) orak hücre anemisi araştırmalarının tarihçesini konu alan ders etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma Western Michigan Üniversitesinde, Life Science for Elementary Educators II kursunda yürütülmüştür. Çalışmaya yaşları 18–24 arasında değişen 24 bayan öğrenci katılmıştır. Öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını belirlemede ilk defa Lederman (1990) tarafından geliştirilen ve Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve



Schwartz (2002) tarafından tekrar düzenlenen, açık uçlu sorulardan oluşan VNOS (bilimin doğası hakkında görüşler anketi) anketi kullanılmıştır. Anketten elde edilen verilerin geçerliğini sağlamak amacıyla yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Çalışma sonucunda tarihsel olaylar ile bilimin doğasının doğrudan öğretimi etkinliklerinin birleştirilmesinin öğrencilerin büyük bir bölümünün bilimin doğası bakış açılarının zayıftan iyiye doğru değişmesine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tao (2003) 1980 sonlarına doğru insanların öykülerinin fen alanında ilgi çekmeye başlaması ve fen hikâyelerinin bilimin doğasını öğretmede kullanılabileceği yaklaşımından yola çıkarak fen hikâyelerini temel alan, grupla işbirliği içinde bilimin doğasının bazı unsurlarını öğrencilere kazandırmayı amaçlamıştır. Çalışma yüksek yetenekli öğrencilerin alındığı Hong Kong erkek okulunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya dört farklı sınıftan 150 öğrenci katılmıştır. Çalışmada penisilin hikâyesi, suçiçeği hikâyesi, Newton kanunları hikâyesi, mide ülserinin tedavisi olmak üzere farklı 4 fen hikâyesi kullanılmıştır. Hikâyeler daha önceki çalışmalardan (Solomon, 1991 ve Abd-El Khalick & Lederman, 2000) adapte edilmiştir. Solomon vd. (1996) nin geliştirdiği test, mülakatlar, video ve ses kayıtları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin çoğunun bilimin deneysel olması ve teorilerle ilgili doğru kazanımlar elde etmesine katkı sağladığı bununla birlikte birçok öğrencinin yeterli bakış açılarını yetersiz olanlarla değiştirdiği tespit edilmiştir. Öğretmenin rehberliği olmadığında hikâyelerin yetersiz bakış açısına yol açabileceği ifade edilmiştir. Mülakatlarda öğrencilerin hikâyeleri sevdiği ve onlardan çok şey öğrendikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenin hikâyeler aracılığı ile öğrencilerin dikkatini bilimin doğasının çeşitli yönlerine çekmesinin uygun olabileceği önerilmiştir.

Erdoğan (2004) yüksek lisans tez çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini araştırmıştır. Çalışmaya Gazi, Hacettepe ve Orta Doğu Teknik olmak üzere üç farklı üniversitenin ilköğretim bölümünde öğrenim gören 166 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların "bilimin doğası" hakkındaki görüşlerini değerlendirmek için Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından deneysel yolla geliştirilen, dokuz kategoriden ve 114 çoktan seçmeli sorudan oluşan "Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler" anketi kullanılmıştır. Ayrıca katılımcıların görüşlerini derinlemesine değerlendirebilmek 9 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış

mülakat yapılmıştır. Çalışma sonucunda katılımcıların bilimsel gözlemler; sınıflandırma tekniklerinin doğası; bilimsel bilginin değişebilirliği ve sebep-sonuç ilişkileri gibi konularda çağdaş (gerçekçi) görüşlere sahip oldukları, ancak bilimin tanımı; bilimsel modellerin doğası; hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki ilişkiler; bilimsel yöntem; bilimin temel varsayımları; bilimsel bilginin belirsizliği; bilimsel bilginin epistemolojik durumu ve disiplinlerin arasındaki ilişkiler hakkında geleneksel görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kınık vd. (2004) ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin “bilim nedir?” ve “bilim insanı kimdir?” sorularına ilişkin düşüncelerini tespit etmişlerdir. Çalışmanın verileri, bilim nedir ölçeği, bilim adamı kimdir konulu öğrenci resimleri, doküman incelemesi ve gözlem çalışmalarıyla elde edilmiştir. Nitel olarak yapılan bu çalışmanın verileri içerik analizi yoluyla tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda, sekizinci sınıf öğrencilerinin bilim insanlarında süreç, yedinci sınıf öğrencilerinin ise kişisel özelliklerini ön plâna çıkardıkları sonucuna varılmıştır.

Gürses vd. (2004) yaptıkları bir çalışmada, bilimde keşfe dayalı prensiplere dikkat çekilerek, bilimin doğası kısaca açıklanmış ve sonra ise; yerçekimi konusunun bilimin doğasının birçok yönünün öğretimi için uygun bir konu olduğu konusu üzerinde tartışma yapılmıştır. Bilimin aşağıdaki karakteristiklerinin öğrencilere kazandırılması için bu konunun kullanılabileceği belirtilmiştir:

1. Bilim mutlak gerçeklerle ilgilenmez. Bilim, mutlak gerçekliğe ulaşmayı hedeflemez. Bilimsel bilgi, insan yorumudur. Bilim, insanların tabiatı anlamak için oluşturdukları bir zihinsel girişimdir. Gravitasyon’a dair gerek Newton’un gerekse Einstein’ın yaklaşımları onların hayâl güçlerinin bir ürünüdür.
2. Nedensellik deneysel bir zorunluluk değildir. Nedensellik teorik bir prensiptir, yani insan zihninin bir ürünüdür. Tabiatта nedensellik gizli olarak bulunan bir prensip değildir.
3. Bilim değişkendir. Farklı dönemlerde farklı yaklaşımların benimsenmesi söz konusudur. Bu ise bize bilimin belli dönem ve zamanlarda bilim adamlarının uzlaşmasından başka bir şey olmadığını göstermektedir.

4. Bilim birikimsel bir şekilde ilerlemez. Aksine, kesintilerle ilerler. Geçen uzun zamanda Newton'un yaklaşımı, Aristo'nun, Einstein'ın yaklaşımı ise Newton'un yaklaşımının yerini almıştır.
5. Keşfe dayalı (Heuristic) prensipleri bulmanın belirli bir metodu yoktur. Bu prensiplerin ortaya konması psikolojik bir süreçtir. Bu prensipler, sezgisel olarak ortaya atılırlar. Ne Newton ne de Einstein, bu prensiplere ulaştıkları bir yöntemden bahsederler.
6. Teorilerde teorik ve deneye dayalı olmak üzere iki tür kavram vardır.

Gürses vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, kimya ve sınıf öğretmen adaylarının bilim ve bilimin doğası ile ilgili düşüncelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya Atatürk Üniversitesi K.K. Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği üçüncü sınıfında okuyan 37 ve Erzincan Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan 78 olmak üzere toplam 115 öğretmen adayı katılmıştır. Bu öğretmen adaylarına teori, teorinin doğası ve doğa kanunu ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla “Teori ve kanunlar değişir mi?”, “Yer çekimi kuvvetinin varlığını nasıl ispat edebilirsiniz?”, “Teori ne işe yarar?” şeklinde bazı açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar yazılı olarak alınmış ve analiz edilmiştir. Verilerin analizinden; öğrencilerin teorilerde geçen teorik ve deneye dayalı kavramlar arasında ayırım yapamadıkları, bilimsel ispat konusunda da büyük oranda aynı düşünceye sahip oldukları, teorilerin değişebilir olduğuna ve kanunların ise değişmeyeceğine inandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum, üniversite seviyesindeki öğrencilerin teori, kanun ve ispat konusunda hem bilgi eksikliği hem de yaygın kavram yanılgılarına sahip oldukları şeklinde analiz edilmiştir.

Bora (2005) doktora tez çalışmasında Türkiye'deki fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve lise 10. sınıf matematik-fen branşı öğrencilerinin bilimin doğası hakkında bakış açılarını araştırmıştır. Araştırmaya Türkiye'nin yedi coğrafik bölgesinden seçilen 21 ildeki Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, Fen Lisesi ve Anadolu Lisesinden toplam 1994 öğrenci ve 362 öğretmen (fizik 115, kimya 124 ve biyoloji 123) katılmıştır. Katılımcıların “bilimin doğası” hakkındaki görüşlerini değerlendirmek için Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından deneysel yolla geliştirilen, dokuz kategoriden ve 114 çoktan seçmeli sorudan oluşan “Fen'in Doğası Hakkındaki

Görüşler” (VOSTS) anketi kullanılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerini daha detaylı incelemek amacıyla 9 öğretmen ve 10 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonuçları, öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası konusunda birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir. Katılımcıların bilimsel gözlemler; sınıflandırma tekniklerinin doğası; bilimsel bilginin değişebilirliği ve sebep-sonuç ilişkileri gibi konularda çağdaş (gerçekçi) görüşlere sahip olduklarını gösterirken bilimin tanımı, bilimsel modellerin doğası, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki ilişkiler, bilimsel yöntem, bilimin temel varsayımları, bilimsel bilginin epistemolojik durumu ve disiplinlerin arasındaki ilişkiler hakkında geleneksel görüşlere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, Öğretmenlerin branşlarına göre, toplum ve bilimin birbiri üzerine etkisi, hipotez, teori ve kanunlarla ilgili olan sorularda farklılık olduğu diğer konularda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Kang vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Çalışmaya 534’ü 6. sınıf, 551’i 8. sınıf, 617’si 10. sınıf olmak üzere toplam 1702 Koreli öğrenci katılmıştır. Araştırmanın verileri ilk 4 maddesi Solomon vd. (1996), beşinci maddesi, ise Fen-Teknoloji-Toplum (VOSTS) anketinde bazı değişiklikler yapılarak oluşturulan anket ile toplanmıştır. Bu anket, öğrencilerin bilimin doğasının beş unsuruyla ilgili görüşlerinin incelendiği toplam beş maddeden oluşmuştur. Bunlar; bilimin amacı, bilimsel teorinin tanımı, modellerin doğası, bilimsel teorilerin kesin olmaması ve bilimsel teorilerin kökenidir. Ayrıca her bir maddeden sonra öğrencilere açık uçlu bir soru sorularak tercihleriyle ilgili açıklama yapmaları istenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, Koreli öğrencilerin çoğunun bilimin doğasıyla ilgili bütüncül/deneysel bir görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte; 6., 8. ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Kaya (2005) doktora tez çalışmasında, ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli, hareketli ve boşluklu yapısıyla ilgili başarılarına ve bilimin doğasıyla ilgili kavramları anlamalarına geleneksel öğretim yöntemine kıyasla tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımının etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışma 2004-2005 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde Ankara ili Çankaya ilçesi Gazi Eğitim Kültür Vakfı Özel İlköğretim Okulundaki 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören toplam 93

öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deneysel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol grup tasarımı kullanılmıştır. Uygulama haftada 4 ders saati olmak koşuluyla yaklaşık olarak 2 aya yakın bir süre boyunca yapılmıştır. 7. ve 8. sınıflardan rasgele seçilen kontrol gruplarıyla fen bilgisi dersleri geleneksel öğretim yaklaşımlarına dayalı işlenirken, deney gruplarında fen bilgisi dersleri tartışma teorisine dayalı öğrenci merkezli aktivitelerle işlenmiştir. Araştırmada, fen bilgisi dersi müfredatı dikkate alınarak 7 sınıflarda "Maddenin İç Yapısına Yolculuk" ünitesi ve 8. sınıflarda "Maddedeki Değişim ve Enerji" ünitesi kapsamındaki kavramlar işlenmiştir. Çalışmanın başlangıcında, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere Ön Bilgi Testleri, Basan Testleri ve Bilimin Doğasıyla İlgili Görüş Anketi (BDİGA) uygulanmıştır. Basan Testi ile Bilimin Doğasıyla İlgili Görüş Anketi tüm öğrencilere uygulama bittikten sonra tekrar uygulanmıştır. Buna ilaveten, Tartışmacı Anketi sadece deney grubundaki öğrencilere ön ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırma öncesi ve sonrasında hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerle bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları anlamaları ayrıntılarıyla belirlemek amacıyla bireysel mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, deney grubu öğrencileriyle yapılan son mülakatların en son kısmında, öğrencilerin fen bilgisi derslerinin yapısı ile ilgili düşünceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarının istatistiksel analizleri, fen derslerini tartışma teorisine dayalı öğretim etkinlikleriyle işleyen deney grubu öğrencilerinin hem akademik başarılarının hem de bilimin doğası ile ilgili kavramları anlamalarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı olarak daha iyi olduğunu göstermiştir. Ayrıca tartışma teorisine dayalı yapılan etkinliklerin daha anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-öğrenci etkileşimini artırdığını göstermiştir.

Kılıç vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, lise 1.sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını nasıl anladıklarını ve bu bilginin cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değişip değişmediğini saptamayı amaçlamışlardır. Araştırmaya 4 farklı okul türünden (devlet lisesi, anadolu lisesi, meslek lisesi ve süper lise) 575 öğrenci katılmıştır. Veriler Rubba ve Anderson (1978) tarafından geliştirilen "Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği" kullanılarak toplanmış ve çoklu varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları lise 1. sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını algılamasının cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca katılımcıların büyük bir kısmının bilimsel bilginin doğası hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı saptanmıştır.

İrez (2006) yaptığı çalışmada, fen öğretmeni eğitimcilerinin bilimin doğası inançlarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmaya fen eğitimi alanında doktora çalışmalarını İngiltere’de sürdüren 9, Amerika’da sürdüren 6 toplam 15 akademisyen katılmıştır. Katılımcılar ile iki defa mülakat yapılmıştır. Çalışmalarını İngiltere’de sürdüren katılımcılar ile mülakatlar yüz yüze ve ses kaydı ile Amerika’da sürdürenlerle ise MSN Messenger software ile kamera ve mikrofon kullanılarak yapılmıştır. Bütün mülakatlar hard diske kaydedilmiştir. Mülakatlarda VNOS-C (Views on Nature of Science Questionnaire, Form C) anketinin soruları kullanılmıştır. Katılımcılarla yapılan birinci mülakat verileri kodlandıktan sonra zihin haritaları oluşturulmuştur. İkinci mülakatlar zihin haritaları üzerinde konuşmalar şeklinde yapılmıştır. İkinci mülakatta bazı katılımcıların inançlarını değiştirdiği görülmüştür. Mülakatlar sırasında 15 katılımcıdan ikisinin bilim felsefesi ve tarihi kursuna katıldıkları ortaya çıkmıştır. Bu kursları alan 2 kişi ve kursları almayan 3 kişi toplam 5 kişi bilim felsefesi veya toplumsal fen konularıyla ilgilenmektedirler. Katılımcılar bilimin doğasının deneysel ve geçic unsurlarında yetersiz kavramlara sahiplerdir. Mühendislik geçmişine sahip olanların diğer katılımcılara göre daha zayıf kavramlara sahip oldukları dikkati çekmiştir.

Küçük (2006) doktora tez çalışmasında, doğrudan yansıtıcı araştırma merkezli yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada bilimin; deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, hayalci ve yaratıcı doğasına dayanan on iki öğretim etkinliği tasarlanarak 17 kişiden oluşan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu etkinlikler öğrencilere haftada iki saat olmak üzere toplam on hafta sürede uygulanmıştır. Bu etkinlikler aynı zamanda kendi “bilimin doğası” kavramları incelenen bir fen bilgisi öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Veriler, ilk-son öğrenci ve öğretmen bilimin doğası anketleri ve yarı yapılandırılmış mülâkatlar, ilk-son tutum anketi, ilk-son bilimsel bilginin doğası anketi ve her bir etkinlikten sonra öğretmen ve öğrenciler tarafından yazılan yansıtıcı yazılarla toplanmıştır. Etkinlik sunularının tümüne ait video kayıtları alınmıştır. Her bir öğrencinin ve öğretmenin çalışmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili profilleri çıkarılmış ve karşılaştırılmıştır. Bu yolla etkinliklerin katılımcıların bilimin doğasıyla ilgili kavramları üzerindeki etkisine karar verilmiştir. Bu çalışma sonunda başlangıçta

bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili zayıf düşüncelere sahip olan öğrencilerin ve ders öğretmeninin görüşlerinin “yeterli” düzeyde değiştiği ortaya çıkmıştır. Yaklaşık olarak öğrencilerin tamamına yakınının bilimin doğasının vurgulanan dört unsuruyla ilgili düşünceleri değişmiş ve öğretmen ise bilimin doğasının bir unsuru haricinde –bilimsel bir teori ve yasa arasındaki fark- yeterli görüşlere sahip olmuştur. Etkinlikler ayrıca öğrencilerin fenle karşı tutumlarını da olumlu yönde değiştirmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda bilimin doğasının unsurlarının öğretimi bilişsel bir öğretim hedefi olarak kabul edilmesi ve doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yaklaşımı kullanılarak öğrencilere öğretilmesi önerilmiştir.

Küçük ve Çepni (2006) yaptıkları çalışmada, Artvin il merkezine yakın bir ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıflarında okuyan toplam 69 öğrenci örnekleme alınmıştır. Bu öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramları belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır. Bu anketteki sorular kullanılarak öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili beş yapı üzerindeki düşünceleri bilimin amacı, bilimsel teorilerin tanımı, modellerin doğası, bilimsel teorilerin kesin olmaması ve bilimsel teorilerin kökeni sırasıyla incelenmiştir. Bu anket formu 2005–2006 eğitim öğretim yılının ikinci döneminin sonunda katılımcılara uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin analizinde her bir soru için öğrencilerin ileri sürdükleri fikirleri içeren çapraz tablolar oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda ortaya konulan veriler, ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkında bütüncül/deneysel bakış açısına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bununla birlikte 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramlar arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Şeker ve Welsh (2006) sekizinci sınıf düzeyinde, alternatif kavramlarla ilgili tarihsel yöntem kullanılarak bilgilendirme, tarih içinde bilim insanlarının karşılaştıkları zıtlıkları tartışma, bilim insanlarının hayat hikâyeleri ve geleneksel yöntemi temel alan dört farklı öğretim müfredatı geliştirilmiş ve bu müfredatların bilimin doğası bakış açısı, feni öğrenme ve fenle ilgilenme üzerine etkilerini araştırılmışlardır. Çalışmaya Amerika'nın Ohio eyaletinden 91 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler rastgele yöntemle dört sınıfa atanmış ve sınıf etkinlikleri bir öğretmen tarafından uygulanmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları Abd-El-Khalick (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Epistemoloji Üzerine Bakış Açuları “Perspectives on

Scientific Epistemology” (POSE) anketi, öğrenme isteklerini ölçmede, Mitchell (1992) tarafından geliştirilen İlgi Anketi “Interest Survey”nde bazı değişiklikler yapılması ile oluşturulan anket kullanılmıştır. Öğrencilerin anlamlı öğrenmesini ortaya çıkarmada ise kavram haritaları kullanılmıştır. Veri toplama araçları çalışmanın başında mevcut durumu tespit etme, çalışmanın sonunda ise uygulanan müfredatların etkilerini belirlemek amacıyla iki defa uygulanmıştır. Ayrıca uygulamaların sonunda öğrenciler ile mülakatlar yapılmıştır. Uygulanan etkinlikler sonunda sınıfların hepsinde anlamlı öğrenme puanlarının yükseldiği belirlenmiştir. Bu nedenle tarihsel yöntemi kullanmanın anlamlı öğrenme üzerinde olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Tarihsel yöntem bilimin doğasının, bilimsel yöntem ve çıkarıma dayalı unsurlarının anlaşılmasında olumlu etkiler yaratmasına rağmen geçici ve öznel unsurlarında anlamlı farklılıklar yaratmamıştır. Geleneksel sınıfta yer alan öğrencilerin bilimsel yöntem bakış açıları negatif yönde değişmiştir. Bilim tarihini dolaylı veya doğrudan yaklaşımla uygulamaya koyma açısından sonuçlar gözden geçirildiğinde, iki uygulama arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bilim insanlarının kişisel yaşamlarını anlatan hikâyelerin öğrencilerin fen ile ilgilenmesini olumlu yönde etkilerken bilim insanlarının tarih içindeki karşı karşıya geldikleri zıt fikirleri ve bilimsel bilgilerin oluşturulma süreçlerinin tartışılmasının öğrencilerin fenle ilgilenmelerini azalttığı tespit edilmiştir.

Ayvacı (2007) doktora tez çalışmasında, kütle çekim kuvveti konusu bağlamında bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına öğretimine yönelik farklı yaklaşımlara dayalı olarak yapılan öğretimin etkinliğini analiz etmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, kütle çekim konusu temel alınarak bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına dolaylı, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel öğretimine yönelik üç farklı materyal tasarlanmıştır. Bu materyaller, bir eğitim fakültesinde sınıf öğretmenliği programının üçüncü sınıfında okuyan ve her biri 18’er kişiden oluşan adaylara 2006–2007 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında uygulanmıştır. Uygulamaların başında ve sonunda adayların bilimin doğasıyla ilgili görüşleri anket ve mülakat çalışmalarıyla belirlenmiştir. Bunun yanında adayların kütle çekimle ilgili ön ve son bilgi seviyeleri uygulanan bir başarı testi ve bilimsel bilgiye yönelik ön ve son görüşleri de bilimsel bilgi anketi yardımıyla toplanmıştır. Bu çalışma sonunda her üç öğretim materyalinin de, adayların bilimin doğasının bazı unsurlarını diğerlerine oranla daha fazla öğrenmelerine katkı sağladığı



belirlenmiştir. Bu çalışmada ulaşılan en önemli sonuç; doğrudan-yansıtıcı öğretimi alan adayların bilimin doğasının birçok unsurunu diğerlerinden daha fazla kavramalarına karşın, kütle çekim konusunu yeterince öğrenememiş olmalarıdır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan hareketle, sınıf öğretmeni adaylarının bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin yetersiz olduğu, bunların bilimsel toplumca kabul edilenlerle değiştirilebilmesi için fen konu alanı içerisinde bilimin doğasının öğretimine yönelik dolaylı, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel öğretimin bir takım ilkelerini içeren karmaşık bir yaklaşımın kullanılması önerilmiştir.

Can (2008) doktora tez çalışmasında, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını etkileyen faktörleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bilimin doğası etkinlikleri verilen öğrencilerin; bilimsel süreç becerileri, bilimin doğası anlayışları ve kavramsal değişimlerinin incelenmesi ile bu grubun bilim, bilim insanı ve bilimsel bilgi hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Çalışma, ilköğretim 7. sınıfında öğrenim gören 60 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri, “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesi Kavram Testi, Bilimin Doğası Anlayışı Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği, Öğrencilere verilen Yansıtma Yaprakları ve öğrencilerin görüşleri ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, bilimin doğası etkinliklerinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını, kavramsal değişimlerini ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilme düzeylerini arttırdığı saptanmıştır. Bilimin doğası etkinliklerinin öğrencilerin bilim, bilim insanı ve bilimsel bilgileri ile ilgili görüşlerini olumlu olarak etkilediği bulunmuştur.

Özcan (2009) yüksek lisans tez çalışmasında, bilimin doğasının öğretiminde tarihsel yaklaşımın etkilerini incelemiştir. Çalışma atomun yapısı konusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ilköğretim 7. sınıfta öğrenim gören 56 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler akademik başarısı düşük ve yüksek olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Verilerin toplanmasında açık uçlu yedi sorudan oluşan Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi (VNOS) kullanılmıştır. Öğrencilerin ankete verdikleri cevaplar: “bilgili”, “yetersiz” ve “kategorize edilemeyen” şeklinde kodlanmıştır. Uygulama öncesinde bilimsel bilgilerin çıkarıma dayalı yapısı, bilimsel modeller, bilimsel bilgilerin öznelliği ve sosyo-kültürel faktörlerin rolünde çok az öğrencinin bilgili olduğu tespit edilmiştir. Ön test sonuçlarına göre akademik başarıları düşük olan

öğrencilerinin, bilimsel bilginin üretilmesinde çok önemli yeri olan, hayal gücü ve yaratıcılık konusunda akademik başarısı yüksek olan öğrencilere göre daha bilgili olmaları, verilen akademik eğitimin öğrencileri bilimsel bilgilerin yalnızca deneysel kanıtlarla elde edildiği düşüncesine götürdüğü şeklinde yorumlanmıştır. Uygulama sonucunda tarihsel yaklaşımın her iki gruptaki öğrencilerin bilimlin doğası bakış açılarını pozitif yönde geliştirdiği tespit edilmiştir.

Costa da Silva vd. (2009) fen eğitiminin temel amaçlarından biri haline gelen bilimsel okuryazarlığı desteklemek amacıyla Darwin'in yaşamını ve Beagle adlı gemi ile yaptığı seyahatinin karikatürler kullanılarak anlatıldığı birbiri ile ardışık beş ders hazırlamıştır. Hazırlanan dersler 10–12 yaşlarında 36 öğrencinin bulunduğu bir sınıfta uygulanmıştır. Makalede derslerin nasıl uygulandığı ve uygulamaların hangi yönlerinin ne gibi faydalar sağlayabileceği açıklanmıştır. Hazırlanan karikatürlerin bilimin disiplinler arası özelliğinin, bilimin insan faaliyetleri olduğunun, içinde geliştiği toplumun sosyal, politik ve ekonomik koşullarında etkilendiğinin anlaşılmasında etkili yollar olduğu ifade edilmiştir. Karikatürler ile fen derslerinin ilginç, anlamlı ve etkileşimli hale getirilebileceğine dikkat çekilmiştir. Bilim tarihi yaklaşımının yeni bir perspektif ile kullanılmasının bilimsel okuryazarlığı ve bilimin toplumsal girişimler olduğunun anlaşılmasında kullanışlı olabileceğine vurgu yapılmıştır.

Çil (2010) doktora tez çalışmasında, bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi, doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve Milli Eğitim Bakanlığı kitabının etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 7. sınıf Işık ünitesinde, 66 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem ile yürütülen çalışmanın verileri Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi, Işık Ünitesi Kavram Testi, Işık Ünitesi Başarı Testi, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve yansıtıcı yazılar ile toplanmıştır. Bilimin doğası ile ilgili görüşler yeterli, değişken ve zayıf kategorisinde analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda bilimin doğasının kalıcı bir şekilde öğretilmesinde en etkili yolun kavramsal değişim pedagojisi olduğu tespit edilmiştir. İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerin elde edilmesinde bilim insanlarının fiziksel olarak aktif olmalarını gerektiren noktalara ağırlık verdikleri, bilim insanları tarafından kullanılan zihinsel süreçleri ihmal ettikleri belirlenmiştir. Her üç uygulamanın da ışık ünitesindeki kavramsal değişime olumlu katkılar sağladığı fakat Milli Eğitim Bakanlığı kitabının etkilerinin kalıcı olmadığı

belirlenmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı kitabının birçok alternatif kavramın giderilmesinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Fen derslerinde bilimin doğası öğretimine yer vermenin akademik başarı üzerinde olumlu veya olumsuz etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Buraya kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının yeterli düzeyde olmadığı, zayıf bir anlayışa sahip oldukları anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalar öğrencilerin bu anlayışlarını geliştirmede dolaylı yaklaşımın etkili olmadığını, doğrudan yansıtıcı yaklaşımla öğretilmesi gerektiğini göstermektedir. Ancak, doğrudan yansıtıcı yaklaşım kullanılmış olsa bile bilimin doğası öğretiminde sınırlı etkileri olduğu, bazı unsurların öğretilmesine önemli katkılar sağlayamadığı ve etkilerinin uzun süreli olmadığı belirtilmektedir. Ayrıca, doğrudan yansıtıcı yaklaşımın kullanıldığı çalışmalarda öğrencilerin fen kavramlarını istenilen düzeyde öğrenemediklerini bu sebeple hem fen hem de bilimin doğası kavramlarının bir arada öğrenilebilmesi için bilim tarihinden faydalanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Literatürde öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını değerlendirmeye yönelik çok sayıda çalışmaya rastlanmış olsa da öğrencilerin bu anlayışlarını geliştirmeye yönelik çalışmalara yeterince yer verilmediği görülmektedir. Özellikle bilimin doğası kavramlarının öğretilmesinde bilim tarihinin etkisini belirlemeye yönelik çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı ve bilim tarihinin fen öğretiminde nasıl kullanılması gerektiği ve ders kitaplarına nasıl adapte edileceği yönünde çalışmalara ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Bu çalışmada, Fen ve Teknoloji ders ve çalışma kitabındaki (MEB, 2012a; MEB, 2012b) Işık ünitesi ele alınıp bilim tarihi entegre edilerek yeniden hazırlanmıştır. Aynı zamanda bu materyalin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına ve sınıf içi öğretime etkileri incelenmiştir. Bu bölümde araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları, verilerin analizi, materyalin geliştirilme ve uygulama süreçleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

### **2.1. Araştırmanın Tasarlanması**

Bu çalışmada öncelikle öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ve bilim tarihinin fen öğretiminde kullanımıyla ilgili literatür incelenmiştir. Daha sonra Fen ve Teknoloji öğretim programları ve Işık ünitesi kazanımları incelenmiş ve öğrencilerden bilimin doğasının hangi unsurlarını öğrenmelerinin beklendiği uluslararası fen eğitimi dokümanlarının incelenmesinden sonra belirlenmiştir (AAAS, 1991; NRC, 1996). Bundan sonraki aşamada, bilimin doğası ve fen kavramlarını ilköğretim öğrencilerine öğretebilecek tarzda bilim tarihi hikâyeleri ve bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmış aynı zamanda deney etkinlikleri ve üniteye yer alan metinler bilimin doğası bağlamında yeniden ele alınarak düzenlenmiş ve böylece Işık ünitesi kapsamında yeni bir ders ve çalışma kitabı öğretim materyali hazırlanmıştır. Bu öğretim materyali Ek 1’de verilmiştir.

### **2.2. Araştırmanın Yöntemi**

Çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarını geliştirmek amacıyla araştırmacı tarafından Fen ve Teknoloji dersi Işık ünitesi bağlamında hazırlanan bilim tarihi destekli öğretim materyalinin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmanın uygulaması Fen ve Teknoloji dersinde Işık ünitesinin “Beyaz Işık Gerçekten Beyaz Mıdır?” ve “Işığın Kırılması” bölümleri işlenirken 3 haftalık 11 ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bilim tarihi illüstrasyonları okul koridorlarına büyük poster şeklinde asılarak sergilenmiş öğrencilerin ilgileri çekilmeye çalışılmıştır. Öğretim materyali uygulanmaya başlanmadan önce öğrencilerin bilimin

doğasıyla ilgili anlayışlarını tespit etmek amacıyla veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Uygulamanın tamamlanmasından bir hafta sonra ise öğretim materyalinin etkisini belirlemek amacıyla aynı veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının incelenmesinde nicel araştırmanın temelini oluşturan kabuller yetersiz kalmaktadır. Çünkü bilimin doğası unsurları ile ilgili olarak her bir öğrencinin farklı düşünceleri, bu düşüncelere temel oluşturan farklı gerekçeleri olabilir. Her bir öğrenci düşüncelerini açıklarken kullandığı kelimeye farklı bir anlam yükleyebilir. Bu çalışma öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını incelerken, bilimin doğasının incelenen unsurlarına yükledikleri anlamlara odaklanması ve bunu farklı araştırma yöntemleriyle ortaya çıkarmaya çalışması nedeniyle yorumlayıcı (interpretive) bir araştırmadır (Küçük, 2006). Bu çalışmada öğrencilerin sahip oldukları bilimin doğası unsurlarına ilişkin görüşleri açık uçlu anket ve bu anketi destekleyen mülakatlar ile belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca ünitenin işlenişi sırasında uygulanan “Çalışma Yaprakları” ve hazırlanan “ders ve çalışma kitabı” üzerindeki yazı, not ve çizimler de birer veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte dersin tamamı ses kayıt cihazına ayrı ayrı kayıt edilmiş ve araştırmacı tarafından analizleri uygulama tamamlandıktan sonra yapılmıştır.

### **2.3. Araştırmanın Örnekleme**

Bu çalışmanın örneklemini, 2013-2014 Eğitim ve Öğretim yılında Rize ili Çayeli ilçesi Yamantürk Ortaokulunda 7/E sınıfında okuyan 14 tanesi kız ve 6 tanesi erkek olmak üzere 20 öğrenci oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında örnekleme alınan ve incelenen öğrencilerin yaş ortalaması 13'tür. Bu çalışmayı uygulayacak öğretmenin gönüllü ve farklı etkinlikler yapmaya istekli olması sebebiyle Yamantürk Ortaokulu 7/E sınıfı öğrencileri örnekleme alınmıştır. Aynı zamanda uygulama öğretmeni yüksek lisans eğitimine devam etmekte ve “bilimin doğası ve öğretimi” dersi almış bulunmaktadır. Bu sebeple uygulama öğretmeni, bilimin doğası ve öğretimi konusunda tecrübelidir.

## 2.4. Öğretim Materyalinin Hazırlanma Süreci

Bu sınıf seviyesindeki öğrencilerden bilimin doğasının hangi unsurlarını öğrenmelerinin beklendiği hususu uluslararası fen eğitimi dokümanlarının incelenmesi sonucu ortaya çıkmıştır (AAAS, 1991; NRC, 1996). Fen ve Teknoloji Öğretim Programlarının 4-7. sınıf Işık ünitesine ilişkin bölümleri incelenmiştir. Öğrencilerin ele alınacak üniteye daha önceki sınıflarda neler öğrendikleri, 7. sınıf düzeyinde neleri öğrenmeleri gerektiği tespit edilmiştir. Bilim tarihinin bilimin doğasının hangi unsuruna ve Işık ünitesi kazanımlarından hangisine nasıl entegre edileceği hususu bu alanda uzman olan ve aynı zamanda tez danışmanı olan öğretim üyesiyle karar verilmiştir.

Bilim tarihi destekli öğretim materyaliyle, bilimin doğası bağlamında öğrencilere aşağıdaki kazanımların öğretilmesi amaçlanmıştır;

Öğrenciler;

- ❖ Bilimsel bilginin kesin doğru olmadığını anlar.
- ❖ Bilimsel bilginin nasıl değişime uğradığını kavrar.
- ❖ Bilimde deney ve gözlemlerin hangi amaçla yapıldığı ile bu süreçte verilerin ne işe yaradığının farkına varır.
- ❖ Gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavrar.
- ❖ Bilim insanlarının yaptıkları çalışmaların tüm aşamalarında hayal güçlerinin ve yaratıcılıklarını kullandıklarını fark eder.

**Tablo 3.** Öğretim materyali üzerinde yapılan işlemler ve gerekçesi

Yapılan işlemler	Yapılma amacı
Bilim Tarihi Hikâyelerinin Hazırlanması ve Entegre Edilmesi	Bilimin gelişim süreci ele alınarak bilim tarihinin etkin faydalarından yararlanabilmek amacıyla bilim tarihi hikâyeleri geliştirilmiştir. Böylece öğrencilerin akademik başarılarının yanında bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek amaçlanmıştır.
Bilim Tarihi İllüstrasyonlarının Hazırlanması ve Entegre Edilmesi	Bilim tarihi illüstrasyonları, bilimin doğasının öğretiminde kullanılan yaklaşımların daha etkili sonuçlar vermesini sağlayabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bilim tarihi illüstrasyonları ile öğrenciler bilimin tarihsel gelişim sürecini bir arada inceleyebilme ve bilimin doğası unsurları üzerinde düşünebilme fırsatına sahip olacaklardır.
Ders Kitabında Yer Alan Materyallerin Bilimin Doğası Bağlamında Düzenlenmesi	Ders kitaplarında yer alan materyallerde, bilimin doğasının her bir unsuruna yer verilerek öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili olumlu algılar oluşturabilmelerini sağlamak amaçlanmıştır.

### 2.4.1. Bilim Tarihi Hikâyelerinin Hazırlanması

Bilim tarihini öğretimde kullanma modeli (Şeker, 2012) kullanılarak Fen ve Teknoloji ders kitabının (MEB, 2012a) Işık ünitesinde yer alan “Cisimleri Nasıl Görürüz, Cisimler Nasıl Renkli Görünür?, Işığın Kırılması ve Gökkuşluğu Nasıl Oluşur?” bölümleriyle ilgili bilim tarihi hikâyeleri oluşturulmuştur.

Bu modele göre, bilim tarihinin fen öğretiminde kullanılması; 1. Kavramsal düzey, 2. Epistemolojik Düzey, 3. Sosyokültürel Düzey ve 4. İlgi Düzeyi olmak üzere dört düzeyde açıklanmıştır. Bu modelin düzey ve alt düzeyleri aşağıda açıklanmış ve kullanımıyla ilgili örnekler verilmiştir.

*Kavramsal düzey*, bilişsel kazanımlara ve ilişkili eğitim yaklaşımlarına dayanan bilim tarihini öğretimde kullanma modelidir. Benzer Fikirler alt düzeyi kullanılarak, bilim tarihinde bilim insanlarının öğrencilerin ön bilgilerine benzeyen düşünceleri ve gerekçeleri üzerinde durulmuştur. Bu şekilde önce öğrenciye kendi ön bilgilerini sorgulayabileceği ve gözden geçirebileceği sorular sorulmuştur. Daha sonra bilim insanlarının konu ile ilgili düşünceleri öğrencilere açıklanarak kendi düşünceleri ile bilim insanlarının düşünceleri ile karşılaştırma fırsatı sunulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bilim tarihindeki fikirlere benzer olanlar kullanılarak, öğrencilerin kendi ön bilgilerinin farkına varması amaçlanmıştır. Örneğin, “Gözlerimizi kapattığımızda ve ışığın hiç olmadığı bir yerde, örneğin zifiri karanlıkta görebiliyor muyuz? Işığın görme olayındaki rolü nedir? Işığın olmadığı bir yerde görme olayının gerçekleşmesi beklenebilir mi?” şeklinde sorular sorularak öğrencilerin ön bilgilerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Daha sonra bilim tarihinde görme olayının bilim insanlarınca tarih boyunca nasıl açıklandığı verilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin kendi ön bilgileri ile bilim insanlarının düşünceleri arasındaki benzerliği görmeleri sağlanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin görme olayı üzerinden bütün düşüncelerini söylemeleri ve yanlış ve tutarsız açıklamalarının da rahat bir şekilde sunulması sağlanmıştır.

Ardışık zıtlıklar alt düzeyinde, tarihte aynı zaman dilimi ya da farklı zaman dilimleri içinde yer alan ve birbirleri ile çelişen düşüncelerin gerekçeleri üzerinde durulmuştur. Ardışık zıtlıklar yaklaşımı kısa hikâye biçiminin bir parçası olarak

kullanılmış ve bir kavram kendisine zıt bir kavram ile verilerek öğrenmeyi olumlu etkilemeye çalışılmıştır. Çalışmada ardışık zıtlıklar biçimi bilim insanlarının aynı olgular için farklı fikirlerinin verilmesi şeklinde kullanılmıştır. Bu şekilde bilim insanlarının fikirlerini nasıl destekledikleriyle ilgili örnekler verilmiştir. Böylece öğrencilerin tartışma ortamlarına katılması, farklı fikirlerin ortaya çıkması ve muhakeme gücünün gelişmesine yardımcı olunmuştur. Bu amaçla çalışmada renklerin oluşumuyla ilgili zıt fikirler kısa hikâye biçiminde verilmiş ve *“Beyaz ışığın saf ışık olmadığını diğer ışıkların bir karışımı olduğunu düşünüyorsanız prizmadan çıkan farklı renkteki ışıkların birleşmesiyle tekrardan beyaz ışığa dönüşmesi gerekmez mi?”* şeklinde bir soru sorulmuştur. Ve daha sonra *“Şimdi bizde Güneş ışığının diğer renklerin bir karışımı olduğu düşüncesinin doğruluğunu test etmek amacıyla aşağıdaki etkinliği yapalım.”* şeklinde öğrencilerin bir sonuca varabilmeleri için bir deney yapmaları istenmiştir.

Kronolojik gelişim alt düzeyinde bilimsel kavramların tarih içerisinde sıralı gelişimi üzerinde durulmuştur. Çalışmada sadece bilimsel bilginin geldiği son nokta verilmeyip bilimsel bilginin gelişim süreci verilerek öğrencilerin bilimsel bilginin kesin doğru olmadığını ve değişebilir bir yapısının olduğunu anlamalarına yardımcı olunmuştur. Kavramların tarihi gelişimi içinde, bir doğa olayını açıklayan bir kavramın yerini ya başka bir kavram almakta ya da bir kavramın belirli bir zaman sonra yeni keşifler ile anlamı değişmektedir. Bu tür değişimin gerekçesini oluşturan sebep-sonuç ilişkilerinin Kesikli-Hikâye Biçimi ile kullanılması bu alt düzeyde önerilen öğretim stratejisidir. Görme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgili bilim tarihi hikâyesinde hikâye anlatımına ara verilerek öğrencilere aşağıdaki şekilde sorular sorulmuştur. *“Işığın hareket yönüyle ilgili sahip olduğunuz bu görüş tarihte de birçok bilim insanı tarafından kabul edilmiştir. Yani bu bilim insanlarına göre görme olayı, cisimlerden çıkan ışınların göze ulaşmasıyla gerçekleşmektedir. Bu görüşü ilk olarak ifade eden bilim insanları ise Demokritos ve Empodokles’tir.*

*Bu görüşe göre ışık kaynağı olan güneşten ışınlar önce bir maddenin her tarafına oradan da yansıtılarak gözbebeğinden içeri girmektedir. Bu yolla maddenin tamamını görmekteyiz. Bu açıklama sizin için yeterli midir? Eğer görme olayının bu şekilde gerçekleştiğini düşünüyorsanız büyük bir dağ ya da benzeri bir varlığın görüntüsü son derece küçük olan göz bebeğinden içeriye nasıl girmektedir?”* Bu parçada keşif bağlamı



alt düzeyi kullanılarak, bilimsel bilgilerin keşfinde yer alan iyi yapılandırılmamış durumlar üzerinde durulmuştur. Bu bağlam ile öğrencilere iyi yapılandırılmamış durumlar içinde problemler sunularak öğrencilerin bu problemlere getirdikleri çözümler ile muhakeme yeteneklerinin geliştirilmesi sağlanmıştır. Bu problem hakkında öğrencilerin görüşleri alındıktan sonra bilim tarihinde bilim insanlarının bu problem üzerinde ki çözümleri verilmiştir. *“Aynı şekilde büyük bir dağın görüntüsünün küçük bir gözde nasıl oluştuğu açıklanamadığından dolayı Demokritos ve Empodokles’in görme olayıyla ilgili bu görüşü o yıllarda kabul görmemiş ve terk edilmiştir.”* Bu şekilde kavramlar arasındaki ilişkilerin kuvvetlendirilmesi ile öğrencilerde kalıcı bir öğrenme oluşması sağlanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca bilim tarihi hikâyeleri keşif bağlamı içinde bilim insanlarının çalışmalarını yaparken aslında nasıl düşündükleri ve araştırma sürecinin nasıl gerçekleştiğiyle ilgili bilgiler verilerek öğrencilerin bilimsel bilginin değişebilir bir yapısı olduğunu ve bu değişiminin nasıl gerçekleştiğini anlamalarına yardımcı olunmuştur. Öğrenciler, bilimsel bilginin örneğin bir teorinin açıklayamadığı bir durum, olgu veya bir olay gerçekleştiğinde bu bilgiden vazgeçilip ya onun tamamen değiştirilmesi gerektiği ya da geliştirilmesi gerektiğini öğrenir. Ders materyalinde *“Alkmeon ve Platon gibi bilim insanları böyle büyük bir dağ ve benzeri nesnelere gözümüzden çıkan ışınlar sayesinde görüldüğünü ifade etmişlerdir. Bu görüş zamanla daha çok kabul görmeye başlamıştır. Hatta Işığın gözden çıktığı görüşü hem antikçağda hem de İslam dünyasında taraftar bulmuştur. Antikçağda bu görüşü savunanlar Öklid ve Batlamyus’tur. İslam dünyasında ise Öklid’in açıklamalarını temel alan el-Kindi de ışığın gözden çıktığını savunmuştur.”* şeklinde bir parça verilerek bilimsel bilginin nasıl değiştiği verilmiştir. Daha sonra ise bu görüşün açıklayamadığı durumlar verilerek bu durumları da açıklayabilecek bir görüşün kim tarafından nasıl ortaya atıldığı verilmiştir. Böylece öğrencilerin bilimsel bilginin veri, gözlem ve delillere dayalı bir yapısı olduğunu anlamaya sağlanmaya çalışılmıştır. *“Işığın gözden çıktığını düşünüyorsanız o zaman aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?”*

1. *Karanlıkta neden göremiyoruz?*
2. *Lamba gibi kuvvetli bir ışık kaynağına baktığımızda gözlerimiz neden kamaşır?*

3. Gece yıldızlara baktığımızda, anında onları nasıl görebilmekteyiz? Eğer ışık gözden çıkıyorsa bu ışığın çok uzaklardaki yıldızlara ulaşana kadar belirli bir süre geçmesi gerekmez mi?

*Şimdi ışığın hâlâ gözden çıktığı fikri sizin için kabul edilebilir mi?*

*Görme olayının gözden çıkan ışınlarla gerçekleştiği görüşü bilim tarihinde de bazı bilim insanları tarafından reddedilmiştir. Son olarak Modern optik biliminin kurucusu Müslüman bilim insanı İbn el-Heysen yaptığı çalışmalar sonucunda elde ettiği verileri ve yukarıda ki sorguladığımız delilleri kullanarak görme olayında ışığın gözden çıkmasının mümkün olmadığını ileri sürmüştür. İbn el-Heysen'e göre görme olayı nesnenin yüzeyi üzerindeki her bir noktadan her yöne yayılan ışık ışınlarının göze ulaşmasıyla gerçekleşmektedir.”*

*Epistemolojik düzey, eğitimde bilimin doğası ve bilimsel süreç ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara dayanan bilim tarihini öğretimde kullanma düzeyidir. Epistemolojik düzeyde bilimsel bilginin öğrenilmesinden çok, öğrencinin bilimsel süreçlerin farkında olması hedeflenir. Bu düzeyde özellikle bilim insanlarının keşiflerinde kullandıkları bilimsel yöntemler üzerinde durulmuştur.*

*Epistemolojik düzeyin Yöntem alt düzeyinde, bilim insanlarının kullandıkları yöntemler derslerde tekrar gerçekleştirilmiştir. Buradaki amaç bilimsel bilginin öğrenilmesinden çok öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşırken kullanılan farklı bilimsel yöntemler hakkındaki farkındalık düzeylerini yükseltmektir. Örneğin çalışmada, Aristoteles'in renklerin oluşumunu açıklayan görüşünü desteklemek amacıyla öne sürdüğü gözlemleri öğrencilere deney olarak yaptırılmıştır. Aynı şekilde Newton'unda kendi görüşünü desteklemek amacıyla gerçekleştirdiği deneylerde öğrencilere yaptırılmıştır. Bu şekilde öğrenciler Aristoteles'in görüşünü desteklemek amacıyla kullandığı delillerinin yeterli olmadığını fark etmişlerdir. Newton'un ise bu eksikliği fark ederek farklı delillere ihtiyaç duyduğunu ve farklı deneylerle Aristoteles'in görüşünü çürüttüğünü diğer yandan ise kendi görüşünü desteklediğini fark etmişlerdir.*

*Yöntembilim alt düzeyinde ise, bilim insanlarının bilime bakış açıları ortaya koyan yöntembilimlerin verilmesinde ise sorgulama ortamı oluşturmak amaçlanır. Bu*

düzyeyde öğrencinin bakış açısının da dâhil olabileceği bir sorgulama ortamı gerçekteştirilmiştir. Bu sayede öğrenciler bilimde tek bir bakış açısının değil farklı bakış açılarının olduğunu görmesi hedeflenmiştir. Örneğin çalışmada, Aristoteles'in renklerin oluşumuyla ilgili görüşü *“Tarihte ışığın ve rengin doğasını açıklamaya çalışan ilk bilim insanları arasında ise Aristoteles gelmektedir. Ona göre renkler güneş ışığının maddelerle etkileşimi sonucunda değişime uğramasıyla oluşmaktadır.”* verildikten sonra Newton'un yaptığı deney de verilmiştir. *“Bunun için ilk olarak bir üçgen prizma yaptırır. Daha sonra karanlık bir oda da penceresine uygun miktarda güneş ışığının girmesine izin verecek şekilde küçük bir delik açar. Deliğin önüne bir prizma yerleştirir. Prizmanın karşı duvara ulaşacak şekilde ışığı kırdığını ve böylece prizmadan gökkuşağına benzer bir şekilde farklı renkte ışıkların çıktığını yani bir renk tayfinin oluştuğunu gözlemler.”* Daha sonra öğrencilere gerçekleştirilen deney sonucunda renklerin nasıl oluştuğuyla ilgili görüşleri sorulmuştur. *“Sizce bu farklı renkler güneş ışığının prizma tarafından değişime uğramasıyla mı oluşmuştur? Yoksa güneş ışığının bu farklı renklerin bir karışımı olduğunu mu düşünüyorsunuz? Yani güneş ışığı prizmada kendini oluşturan renklere mi ayrılmıştır?”* Ayrıca *“Newton prizmadan çıkan farklı renkteki ışıklardan her hangi birisinin tekrardan bir prizmadan geçerken değişime uğramadığını yani yeni renklerin ortaya çıkmadığını gösterebilirse bu görüşünü desteklemiş olur mu?”* şeklinde bir soru daha sorularak öğrencilerin bilimsel görüşleri desteklemede delillerin yeterliliğini sorgulamaları amaçlanmıştır. Yine öğrencilere *“Sizce Newton, kırmızı ışığın girdiği prizmadan farklı renkte ışınların çıktığını gözlemleseydi nasıl bir sonuca varırdı? Ya da siz Newton'un yerinde olsaydınız nasıl bir sonuca varırdınız?”* şeklinde bir soru daha sorularak öğrencilerin gözlemler sonucunda elde ettikleri verileri birer delil olarak kullanabilmeleri ve çıkarımlar yaparak bir sonuca varabilmeleri sağlanmıştır. Öğrencilere ışığın bir karışım olduğu düşüncesini destekleyen Newton tarafından yapılan bir deney (Renklerin Birleşimi Beyaz mıdır?) tekrar yaptırılmıştır. Öğrencilerin yaptıkları bu deneyler ve gözlemler sonucunda elde ettikleri veriler ile bir çıkarım yapmaları istenmiş ve böylece gözlem ile çıkarım arasındaki farkı fark edebilmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşabilmede deneysel çalışmaların önemini kavramalarına yardımcı olunmuştur.

Öğrencilerin bilimsel çalışmaların her aşamasında yaratıcılık ve hayal gücünün etkisini sorgulamaları amacıyla öğretim materyalinde Batlamyus ve İbn el-Heyssem gibi bilim insanlarının ışığın kırılımı üzerindeki çalışmalarını Kesikli-Hikâye Biçimi yaklaşımıyla verdikten sonra *“Batlamyus da İbn el-Heyssem gibi ışığın hızının gittiği ortamın yoğunluğuna göre değiştiğini biliyordu. Ancak Batlamyus, birçok deney ve gözleme yapmasına rağmen ışığın nasıl kırılmaya uğradığına dair bir açıklama getirememiştir? Bunun sebebi sizce nedir?”* şeklinde bir soru sorulmuştur. Ayrıca renklerin oluşumuyla ilgili olarak Aristoteles’in ve Newton’un deneysel çalışmaları karşılaştırılmış ve bu deneylerin düzenlenmesinde bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerinin etkisi tartışılmıştır.

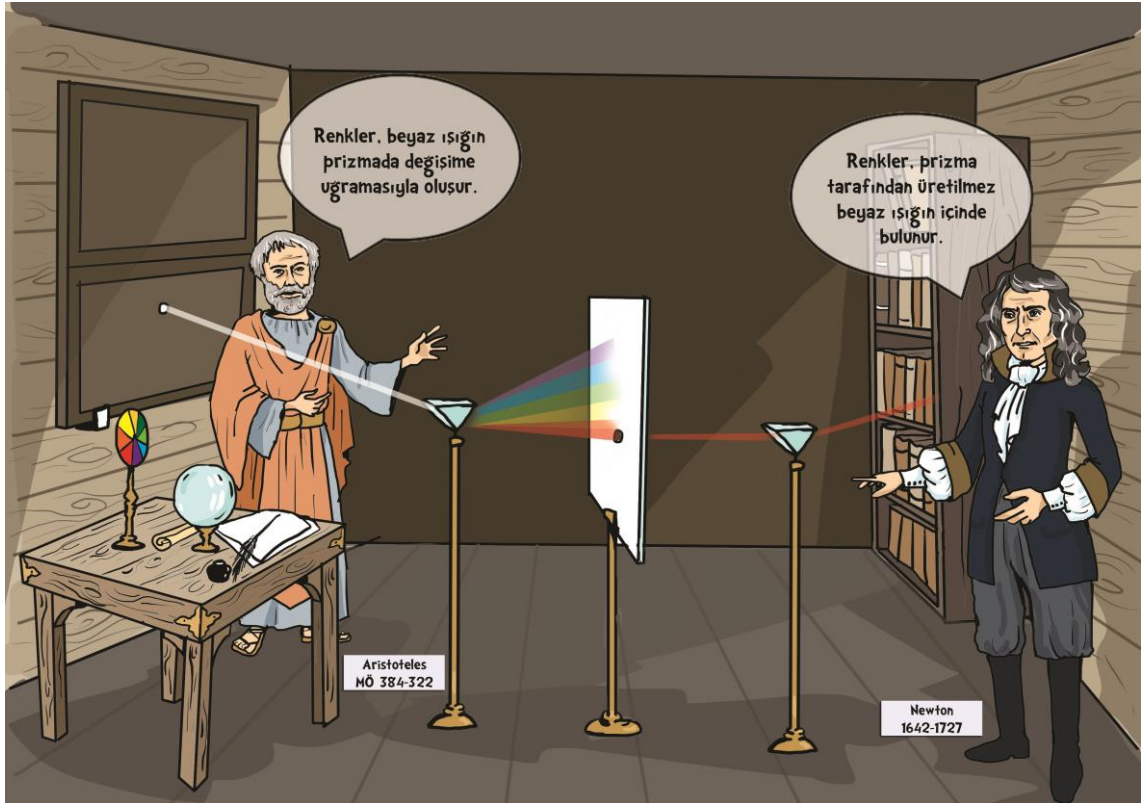
*Sosyokültürel düzey*, bilim ve toplum arasındaki ilişkinin anlaşılması ile ilgili kazanımlar ve yaklaşımlara dayanan bilim tarihini öğretimde kullanma düzeyidir. Bu düzeyin bilim topluluğu alt düzeyinde, bilim insanlarının bilim toplulukları ile olan etkileşimleri ve bilim topluluklarının yapısı üzerinde durulmuştur. Bu düzeyde bilim insanlarının bilim toplulukları ile etkileşimleri, bu etkileşimin bilimsel bilginin oluşumunda ve gelişiminde oynadığı rol üzerinde durulmuştur. Bu amaçla çalışmada *“Ancak daha sonraları Newton da ışık ve renkler üzerinde bir çalışma yapmak istemiştir. Işık ve renkleri incelemek üzere modern optiğin kurucusu İbn el-Heyssem ve Kemâlüddîn el-Fârisî’nin deneysel çalışmalarını örnek alarak çalışmasına başlamıştır.”* ifadesiyle Newton’un çalışmalarında kullandığı deneysel yöntemlere nasıl ulaştığı ve ışık konusunda hangi bilim insanlarının çalışmalarından etkilendiği gösterilmiştir. Ayrıca bu düzey bağlamında gökkuşağının nasıl oluştuğuyla ilgili bölümde *“İbn el-Heyssem ile Kemâlüddîn el-Fârisî’nin yaptıkları deneylerin aynı olmasına rağmen farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Bunun sebebi sizce nedir? İbn el-Heyssem’in ünlü bilim insanı Aristoteles’in etkisinde kalmış olması olabilir mi?”* şeklinde bir soru sorularak öğrencilerin bilimsel çalışmalara bilim toplumunun etkisini sorgulamaları sağlanmıştır.

*İlgi düzeyi*, eğitimde duyuşsal alan ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara dayanan bilim tarihini öğretimde kullanma düzeyidir. Bu düzeyde öğrencilerin derse ilgisinin çekmek ve bilim ve bilim insanı imajlarını geliştirmek hedeflenmektedir. Bu düzeyle ilgili olarak bu çalışmada ise bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmıştır. Bilim tarihi illüstrasyonları hakkında bilgiler ise aşağıdaki bölümde verilmiştir.

## 2.4.2. Bilim Tarihi İllüstrasyonlarının Hazırlanması

Bilim tarihinin etkin faydalarından yararlanabilmek amacıyla görsel ve ilgi çekici materyallerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuş ve bu ihtiyaç doğrultusunda bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmıştır. Latince “lustrate” kökünden gelen, kelime anlamı, “anlaşılır yapmak” olan illüstrasyon, bir metnin veya konunun içerisindeki görsel imgelere verilen isimdir (Url-1, 2015). İllüstrasyon, yazılı bir metnin anlamına katkıda bulunmak, açıklık getirmek ya da metni daha ilginç kılmak için kullanılan resim ya da özgün baskı, şeklinde tanımlanmaktadır (Tüba, 2011). Wigan’ın (2012) tanımına göre ise:

İllüstrasyonlar; problemlerin çözümü, süsleme, eğlendirme, bezeme, yorum yapma, bilgilendirme, esinlendirme, açıklama, eğitime, teşvik etme, şaşırtma, büyüleme ve hikâye anlatma gibi işlevler için yaratıcı, farklı ve son derece kişisel yollara başvurarak içeriğin görsel bir biçimde iletilmesini sağlar.



Şekil 1. Bilim tarihi illüstrasyonu örneği

Bu illüstrasyonlar ile öğrenciler bilimin tarihsel gelişim sürecini bir arada inceleyebilme ve bilimin doğası unsurları üzerinde düşünebilme fırsatına sahip olmaları

amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada ışık ünitesi bağlamında 3 adet bilim tarihi illüstrasyonu hazırlanmış ve bu illüstrasyonlardan birisi yukarıda (Şekil 1) örnek olarak verilmiştir.

Bilim tarihi illüstrasyonlarının geliştirilme sürecinde ilgili literatür incelenmiş ve birtakım hususlara önem verilmiştir. Bu hususlardan birisi öğrencilerin bilim ve bilim insanı imajlarıyla ilgilidir. Öğrencilerin önemli imaj kaynaklarından olan ders kitaplarında bilim insanı figür özelliklerini yansıtan ancak bilimsel bilgi ve çalışma ve bilim sürecine dâhil olma ile ilgili unsurları yansıtmayan görsellerin sayıca fazla olduğu gözlenmiştir (Deve ve Küçük, 2012). Bu durum ise öğrencilerde basmakalıp ve olumsuz bir bilim ve bilim insanı imajının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumun oluşmasını önleyebilmek amacıyla bilim tarihi illüstrasyonlarında bilim insanların figür özelliklerinin yanı sıra “bilimsel bilgi ve çalışma” ve “bilim sürecine dâhil olma” ile ilgili unsurlara da yer verilmeye çalışılmıştır.

İllüstrasyonlarda ele alınan hususlardan bir diğeri ise öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarıdır. Öğrencilerin, bilimsel bilginin kesin bir yapısının olduğuna inandıkları ve bu bilginin değişime uğramayacağı yönünde yanlış bir inanca sahip oldukları bilinmektedir. Bu sebeple öğrencilere bilimsel bilginin oluşumunu, nasıl değişime uğradığını ve değişebilir bir yapısının olduğunu yansıtmak amacıyla illüstrasyonda işlenen konuyla ilgili tarihsel süreç içerisinde kabul gören görüşler konuşma baloncukları şeklinde verilmiştir. Ayrıca bu görüşlerin kim tarafından ne zaman söylendiği belirtilmiştir.

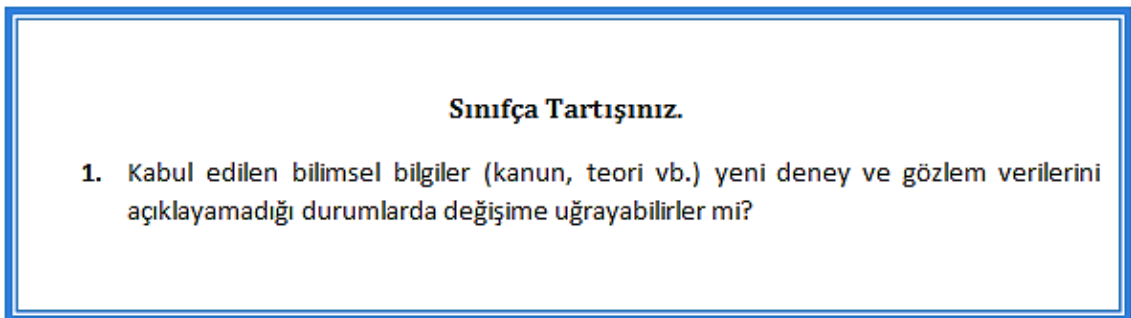
İllüstrasyonlarda ele alınan bir diğeri husus ise bilimsel kavramların öğretilmesiyle ilgilidir. İllüstrasyonlarda bir konu ve olayla ilgili bilim insanların farklı görüşlerine yer verilmiştir. Öğrencilerden illüstrasyonda yer alan bu görüşlerden hangisinin doğru olduğunu düşünmeleri ve bu düşüncelerini savunmaları istenmektedir. Öğrenciler bugün kabul edilmeyen veya yanlış bir görüşü savunsa bile kendi düşüncelerine değer verecektir. Çünkü kendisi bir bilim insanı ile aynı düşüncelere sahip olduğunu ya da bir bilim insanı gibi düşündüğü imajını oluşturabilecektir. Ve aynı zamanda savunmuş olduğu bu düşünce belirli bir dönem zarfında bilim toplumunca kabul görmüş olduğundan kendi düşünce ve görüşlerini değerli olarak görebileceklerdir. Bu sayede

öğrenciler konuyla ilgili düşüncelerini özgürce ifade edebilecek, sorgulayabilecek ve sınıfça tartışma ortamı oluşturulabileceklerdir. Böylelikle öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi bir şekilde yapılandırmaları sağlanmış olacaktır.

### **2.4.3. Ders Kitabında Yer Alan Materyallerin Bilimin Doğası Bağlamında Düzenlenmesi**

Yapılan çalışmalarda ders kitaplarında, bilimin doğasının her bir unsuruna çok az miktarda yer verildiği ve ders kitaplarında yer alan yazılı ve görsel materyallerin bilimin doğası bağlamında olumsuz algılar oluşturduğu belirlenmiştir (Küçükoguz, 2011; Yamak, 2009). Görsel materyallerin bilimin doğası bağlamında olumlu etkiler oluşturabilmesini sağlamak amacıyla bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmış ve ilgili açıklamalar bir önceki bölümde açıklanmıştır. Yazılı materyaller ile ilgili düzenlemeler ise aşağıda açıklanmıştır.

Yazılı materyaller ile ilgili bir düzenleme olarak ışık ünitesinde yer alan bölümlerin başlangıcına bilimin doğası unsurlarını ele alan tartışma soruları eklenmiştir. Böylece konuya giriş yapmadan önce öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri alınmış ve sınıfça bir tartışma ortamı oluşturulmuş ve öğrencilerin konu alanı ile bilimin doğası unsurları arasında bağlantı kurmaları sağlanmak istenmiştir. Bu amaç kapsamında ışık ünitesinin “Cisimler Nasıl Renkli Görünür?” bölümünde yer alan bir örnek (Şekil 2) aşağıda verilmiştir (Ek 1, Ders kitabı sayfa: 5).



**Şekil 2.** Bilimin doğası tartışma sorusu örneği

Yazılı materyaller üzerinde bir düzenleme de deney etkinlikleri üzerinde yapılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili yapılan çalışmalar, öğrencilerin deneysel çalışmaların ne amaçla yapıldığını ve gözlem ve çıkarım arasındaki farkı

anlayamadıklarını göstermektedir (Küçük, 2006; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b). Öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili anlayışlarını geliştirebilmek amacıyla deney etkinlikleri yeniden düzenlenmiştir. Böylece öğrencilere deneylerin bilimsel çalışmalarda veri/delil elde etmek amacıyla kullanılan birer yöntem olduğu ve gözlem ve çıkarım arasındaki fark gösterilmeye çalışılmıştır.

Bu amaçla deney föylerine gözlemlerim ve çıkarımlarım bölümleri eklenmiştir. Böylece öğrencilerin bu iki unsur arasındaki farkı anlayabilmeleri sağlanmak istenmiştir. Bu durumla ilgili çalışma kitabında (MEB, 2012b) yapılan değişiklik ile ilgili bir örnek (şekil 3) aşağıda verilmiştir (Ek 1, Çalışma kitabı sayfa: 1).

**Deney-1: Beyaz Işığın Prizmadan Geçışı**

**Gözlemlerim**

- Beyaz ekran üzerinde hangi renkleri gözlemlediniz?

.....

.....

.....

**Çıkarımlarım**

- Gözlemlediğiniz bu farklı renkteki ışınların nasıl oluşmuş olabileceğini elinizdeki verileri kullanarak açıklamaya çalışınız?

.....

.....

.....

Şekil 3. Çalışma yaprağında yer alan bir deney föyü örneği

DeneySEL çalışmaların bilimsel bilgilerin doğruluğunu kanıtlamak için değil de veri/delil elde etmek amacıyla yapıldığını öğretebilmek amacıyla deneySEL çalışmalardaki başlıklar değiştirilmiştir. Örneğin fen ve teknoloji ders kitabındaki (MEB, 2012a) “Beyaz Işık Neden Başka Renklere Ayırır?” isimli deney başlığı (şekil 4), ışığın renklere ayrıştığının kabul edildiğini ve yapılan deney ile bu bilginin doğruluğunun ispatlanmaya çalışıldığını yansıtmaktadır.



## 8. ETKİNLİK

## Beyaz Işık Neden Başka Renklere Ayrışır?



**Uyarı:** Etkinlik daha iyi gözlemlenebilmesi için karanlık ortamda yapılmalıdır.



Şekil 4. Fen ve Teknoloji ders kitabındaki deney etkinliği başlık örneği

Bu sebeple “Beyaz Işık Neden Başka Renklere Ayrışır?” isimli deney başlığı “Beyaz Işığın Prizmadan Geçışı” şeklinde (şekil 5) değiştirilmiştir (Ek 1, Ders kitabı sayfa: 6). Böylece farklı renkteki ışıkların nasıl oluştuğunu açıklayabilmek için verilere/delillere ihtiyaç duyulduğunu ve deneysel çalışmaların bu verileri/delilleri elde edebilmek için iyi birer yöntem olduğu yansıtılmaya çalışılmıştır. Deney sonucunda ise elde edilen veriler/deliller sonucunda ise farklı renkteki ışıkların nasıl oluştuğu açıklanmaya çalışılmıştır.

**1. Deney**

**Beyaz Işığın Prizmadan Geçışı**

**İşlem Basamakları**

- Fenerin camını alüminyum folyo ile saralım.
- İnce ışık demeti elde etmek için alüminyum folyo üzerinde ince bir yarık oluşturalım.
- Işık demetini ışık prizması üzerine gönderelim.
- Prizmadan geçen ışığı beyaz ekran üzerine düşürelim.
- Ekranda oluşan renkleri gözlemleyelim.
- Gözlem sonucu elde ettiğimiz verileri çalışma kitabına kaydedelim.

**Değerlendirme**

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.

**Araç ve Gereçler**

- Işık prizması
- El feneri
- Alüminyum folyo
- Beyaz bir perde veya

D.1

s.1

Şekil 5. Deney etkinliklerinin başlık ve değerlendirme kısmının düzenlenmesi

Deney etkinliklerinin değerlendirme kısmında ise öğrencilerin gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalar sonunda bilimin doğası unsurları üzerinde düşünebilmelerine ve anlayışlar geliştirebilmelerine olanak sağlamak amacıyla bu bölüm düzenlenerek bilimin doğası unsurlarını ele alan bir takım değerlendirme soruları eklenmiştir.

## 2.5. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Hazırlanması

Araştırma problemlerinin her birine yanıt bulabilmek amacıyla çalışmada anket, çalışma yaprakları ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile veriler toplanmıştır. Kullanılan veri toplama araçları ve kullanım amaçları Tablo 4’te görülmektedir.

**Tablo 4.** Veri toplama araçları ve kullanım amaçları

<b>Veri Toplama Araçları</b>	<b>Kullanım Amaçları</b>
Bilimin Doğası Öğrenci Anketi	Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını ve hazırlanan öğretim materyallerinin bu konudaki etkisini belirleyebilmek amacıyla kullanılmıştır.
Çalışma Yaprakları	Öğrencilerin bilimsel kavram ve olaylar üzerinden bilimsel bilgi hakkındaki anlayışlarını belirleyebilmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca bilimsel kavram ve olaylar ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.
Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar	Öğrencilerin anketler ile açıklanamayan bilimin doğası anlayışlarının daha derinlemesine analiz edilmesi ve net bir şekilde ortaya çıkartılması amacıyla kullanılmıştır. Aynı zamanda ders öğretmeninin öğretim materyali hakkındaki genel düşüncelerini belirleyebilmek amacıyla kullanılmıştır.

### 2.5.1. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi

Çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramları ve tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra bu kavramlarda ortaya çıkan değişimleri açık bir şekilde ortaya koymak için, açık uçlu sorulardan oluşan “Bilimin Doğası Öğrenci Anketi” çalışmanın başında ve sonunda örnekleme fen bilgisi öğretmeni tarafından 40 dakikalık süre içinde iki defa uygulanmıştır. Çil (2010) tarafından Türkçeye adapte edilen anket 9 sorudan oluşmaktadır. Bu ankette yer alan sorular hakkındaki bilgiler Tablo 5’te verilmiştir. (Bu anket Ek 2’de verilmiştir.)

**Tablo 5.** Bilimin doğası üzerine görüşler anketi soru dağılımı

Soru No	Sorulma Amacı	Sorunun Kaynağı
1	Fen Bilimleri ile ilgili genel düşünce	VNOS-Form C
2	Fen Bilimleri ile ilgili genel düşünce Deneysel unsur Öznel unsur	VNOS-Form C
3	Deneysel unsur	Çil (2010)
4	Kesin olmayan unsuru	Khishfe ve Lederman (2006)
5	Kesin olmayan unsuru Deneysel unsur Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Hayal gücü ve yaratıcılık	Khishfe ve Lederman (2006)
6	Deneysel unsur Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Hayal gücü ve yaratıcılık Kesin olmayan unsuru	Khishfe ve Lederman (2006)
7	Hayal gücü ve yaratıcılık	VNOS-Form C
8	Sosyal unsur Öznel unsur	VNOS-Form C
9	Öznel Gözlem ve çıkarım arasındaki farklar Hayal gücü ve yaratıcılık	Çil (2010)

### 2.5.2. Çalışma Yaprakları

Çalışma yaprakları, öğrencilerin ne yapması gerektiğinin belirtildiği işlem basamaklarını içeren, bilgilerini kendi zihinlerinde kendilerinin kurmalarına yardım eden ve aynı anda bütün sınıfın verilen etkinliğe katılımını sağlayan önemli öğretim araçlarıdır (Sands ve Özçelik, 1997; Kurt, 2002). Çalışma yapraklarının öğrencileri belli bir konu etrafında gözlem yapma, hipotez kurma ve denemeler yaparak bulguları kontrollü bir şekilde elde etmenin yollarını göstererek öğrenme ortamında aktif hale getirdikleri ifade edilmektedir (Yiğit vd, 2001; Atasoy ve Akdeniz, 2006). Çalışma yapraklarının kullanılmasındaki ortak amaç, öğrencilerin ilgisini çekmek, motivasyonunu artırmak, araştırmaya teşvik etmek ve en önemlisi kendi bilgilerini kurabilecekleri ortamı sağlamaktır (YÖK, 1988; Atasoy ve Akdeniz, 2006).

Literatürde çalışma yapraklarının kavram karikatürleri ile birlikte kullanıldığı ve kavram öğretimi ve kavram yanlışlarının giderilmesini amaçlayan çalışmalar mevcuttur (Yiğit vd, 2001; Coştu vd, 2003; Atasoy, 2008). Bu çalışmada ise araştırmacı tarafından hazırlanan “bilim tarihi illüstrasyonları” kullanılarak çalışma yaprakları hazırlanmış ve öğrencilerin bilimsel kavram ve olaylarla ilgili bilgilerini ve bilimin doğası anlayışlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Bu çalışmada ışık ünitesi bağlamında “Görme Olayı Nasıl Gerçekleşir?”, “Renkler Nasıl Oluşur?” ve “Gökkuşuğu Nasıl Oluşur?” başlıklı 3 adet çalışma yaprağı hazırlanmıştır. (Çalışma yaprakları Ek 3’te verilmiştir.) Çalışma yaprakları her bir öğrenci için çoğaltılmış ve derste işlenen konu bağlamında öğrencilere dağıtılmış ve bir sonraki derse getirmek üzere ödev olarak verilmiştir. Hazırlanan çalışma yapraklarıyla ilgili bilgiler Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Çalışma yapraklarının kullanılma amaçları

<b>Çalışma Yaprağının Adı</b>	<b>Kullanılma Amacı</b>
Görme Olayı Nasıl Gerçekleşir?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Görme olayının nasıl gerçekleştiği</li> <li>❖ Bilimsel bir görüşe delil getirme</li> <li>❖ Bilimde farklı görüşlerin nedeni</li> <li>❖ Bilimsel bilgi değişebilir mi?</li> </ul>
Renkler Nasıl Oluşur?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Renklerin nasıl oluştuğu</li> <li>❖ Bilimsel görüşlerin neden farklılık gösterdiği</li> <li>❖ Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın etkisi</li> <li>❖ Gözlem ile çıkarım arasındaki fark</li> </ul>
Gökkuşuğu Nasıl Oluşur?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Gökkuşuğunun nasıl oluştuğu</li> <li>❖ Bilimsel bilgilerin neden değişime uğradığı</li> <li>❖ Bilimsel bilgide deney ve gözlemlerin etkisi</li> <li>❖ Bilimsel çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmasının sebebi</li> </ul>

### 2.5.3. Öğrenci Mülâkatları

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını ortaya çıkarmak için uygulanan bilimin doğası öğrenci anketi sonrasında, her bir öğrencinin doldurduğu anket formu incelenmiş ve kopyaları hazırlanmıştır. Bu kopyalar, araştırmanın başında ve sonunda yürütülen

yarı yapılandırılmış mülakat çalışmalarında öğrencilere verilmiştir. Mülakatlarda ankette yer alan sorular öğrencilere tekrar yöneltilmiştir. Bu yolla öğrencilerin düşünceleri derinlemesine irdelenebilmekte, sözcüklere yükledikleri anlamlar anlaşılabilen, yanlış anlamalar en aza indirilebilmekte ve böylece öğrencilerin bilimin doğası anlayışları açık bir şekilde ortaya çıkarılmaktadır. Bu mülakatlarda elde edilen veriler, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili profillerinin oluşturulması esnasında anket verilerinin geçerliğini destekleyen bir ölçme aracı olarak kullanılmıştır. Bu mülakatların her biri yaklaşık olarak 30-45 dakika sürmüştür. Veriler, ses kayıt cihazıyla alındıktan sonra analizlerinde kolaylık olması açısından yazıya dökülmüştür.

#### **2.5.4. Öğretmen Mülakatları**

Fen ve teknoloji öğretmenin bilimin tarihi destekli öğretim materyali ve sınıf içi öğretime etkileriyle ilgili düşüncelerini belirleyebilmek amacıyla yazılı mülakat gerçekleştirilmiştir. Mülakat iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak öğretmen ile on sorudan oluşan yazılı bir mülakat (Ek 4'te verilmiştir) gerçekleştirilmiştir. Daha sonra detaylı bir şekilde açıklanması istenen hususlarla ilgili mülakat soruları hazırlanmış ve ikinci mülakat gerçekleştirilmiştir.

Örneğin ilk olarak ders öğretmenine “*Bilimin doğası konusunda bilgi sahibi olmanız, bilimin tarihi entegre edilmiş ders materyalini uygulamanızı kolaylaştırdı mı? Nasıl?*” şeklinde bir soru sorulmuştur. Daha sonra ikinci mülakatta ise “*Bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarınız materyaller üzerinde size farklı bir bakış açısı sundu mu?*” şeklinde bir soru daha sorularak araştırılan hususla ilgili daha detaylı bir şekilde veri elde edilmeye çalışılmıştır.

Aynı şekilde bir başka mülakat sorusunda “*Işık ünitesine bilimin tarihinin entegre edilmesi öğrencilerin derse katılım ve ilgilerini nasıl etkiledi?*” şeklinde bir soru sorularak materyallerin sınıf içi öğretime etkisi ortaya konmak istenmiştir. İkinci mülakatta ise “*Bilimin tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları öğrencilerin derse katılım, sınıf içi tartışma ve ilgileri bağlamında karşılaştırınız? Sizce hangi materyal daha etkili oldu? Neden?*” şeklinde bir soru daha sorulmuş ve böylece iki materyalin etkilerinin

karşılaştırılması yoluyla daha detaylı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. (Ders öğretmeni ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakat soruları Ek 4'te verilmiştir.)

## **2.6. Verilerin Analizi**

Bu tez çalışması kapsamında çalışmaya katılan 20 kişilik öğrenci grubunun, bilim tarihi destekli öğretim materyaliyle öğretim yapılmadan önce; bilimin doğasıyla ilgili profilleri, kendileriyle yürütülen anket ve yarı yapılandırılmış mülakat çalışmalarına bağlı olarak tespit edilmiştir. Bu süreçte, öğrencilerin sahip oldukları bilimin doğası anlayışları sürekli karşılaştırmalı analiz -constant comparative analysis- yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Strauss ve Corbin, 1990). Literatürde, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları anlayışların belirlenmesine yönelik birçok araştırmada bu yöntemin kullanıldığı belirlenmiştir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2004; Küçük, 2006; Ayvacı, 2007). Bu yöntem kullanılarak, öğrencilerin anket ve mülakat sorularına verdikleri cevaplara bağlı olarak bilimin doğası profilleri oluşturulmuştur. Bu süreçte anket ve mülakat verileri birlikte ele alınarak öğrencilerin bilimin doğası profillerinin oluşturulması esnasında ortaya çıkması olası sorunlar çözülmüştür. Her iki araştırma verilerine bağlı olarak öğrencilerin bilimin doğası profilleri oluşturulduktan sonra, verilerin detaylı analiziyle bir profil üzerinde karara varılmıştır. Bu şekilde hem anket verilerinin geçerliği hem de elde edilen profillerin güvenilirliği kontrol edilmiştir. Bu analiz işlemi aynı şekilde öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili olarak son profillerinin oluşturulması amacıyla da kullanılmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin tez çalışmasından önce ve sonra bilimin doğasının temel unsurlarını içeren profilleri tablolar yardımıyla karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bilimin doğasıyla ilgili profillere ilave olarak, öğrencilerin bilimin doğasının temel unsurları hakkında sahip oldukları anlayışlar, anket ve mülakatlarda sorulan sorulara verdikleri cevaplardan doğrudan alıntılar yapılarak frekans ve yüzde değerlerini içerecek şekilde kapsamlı olarak incelenmiştir. Bu aşamada hesaplanan frekans ve yüzde değerleri, öğrencilerin öğretim materyali uygulanmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları anlayışları karşılaştırmak ve bu bağlamda bilim tarihi destekli öğretim materyalinin başarı derecesi hakkında bir karara varmak amacıyla kullanılmıştır.

Öğrencilerin bilimin doğası unsurlarıyla ilgili anlayışları zayıf, değişken ve yeterli düzey olarak kategorilendirilmiştir. Kategorilendirme işlemi açıklanmadan önce, bilimin doğasıyla ilgili unsurların birden çok anket maddesinde yer aldığı belirtilmesine ihtiyaç vardır. Örneğin, bilimin kesin olmayan unsuruna üç anket maddesinde (4., 5. ve 6. anket maddeleri) yer verilmiştir. Öğrencilerin bu maddelere verdikleri cevaplardan yola çıkılarak bilimin doğasıyla ilgili anlayışları açıklanmıştır. Öğrencilerin bilimin doğasının kesin olmayan unsuruyla ilgili anlayışlarını yeterli olarak kategorilendirmek için, bütün maddelere verdikleri cevaplarda “yeterli” anlayışlara sahip olduklarıyla ilgili delil sunmaları istenmiştir. Öğrenci, bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili üç madde için herhangi bir yeterli görüş sunamamışsa, sahip olduğu anlayışın “zayıf” olduğu yönünde karar kılınmıştır. Öğrencinin, tüm maddelerde değil de sadece bazı maddelerde yeterli görüşler ortaya koyması durumunda ise sahip olduğu anlayışın “değişken” olduğu yönünde karar kılınmıştır. Bu kategorilendirme yöntemi, Khishfe ve Lederman (2006), Küçük (2006), Ayvacı (2007) ve Çil (2010) tarafından yapılan çalışmalarda da kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde, bilim tarihi ile desteklenmiş ışık ünitesi öğretim materyali çalışmaya katılan ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerine uygulanmaya başlanmadan önce, uygulama süresince ve uygulandıktan sonra yürütülen çalışmalardan elde edilen bulguların analizleri sunulmuştur. İlk önce örnekleme öğretim materyali uygulanmadan önce yürütülen anket ve mülakat çalışmalarından elde edilen bulguların analizi verilmiştir.

#### 3.1. Öğretim Öncesinde Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili İlk Düşünceleri

Bu kısımda, örneklemedeki öğrencilerin bilimin doğasının altı unsuruna ilişkin sahip oldukları anlayışları ortaya çıkarmak amacıyla yürütülen anket ve mülakat çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Tablo 7’de öğrencilerin her biri, kendilerini temsil eden bir isimle tanımlanmış ve bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili düşünceleri -yeterli, değişken ve zayıf- kategorilerinden biri kullanılarak sınıflandırılmıştır.

**Tablo 7.** Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşünceleri

Katılımcı N:20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	±	-	+	±	-	+	±	-	+	±	-
K1			X			X			X			X
K2	X				X			X				X
K3	X			X				X			X	
K4			X			X			X			X
K5		X			X			X				X
K6			X			X			X			X
K7			X			X			X			X
K8			X		X				X			X
K9			X			X			X			X
K10			X			X			X			X
K11	X					X			X		X	
K12		X				X			X			X
K13		X				X			X			X
K14			X			X			X			X
E1			X			X			X			X
E2			X			X			X			X
E3		X				X			X			X
E4			X			X			X			X
E5		X			X				X	X		
E6		X			X			X				X



Not: (+) yeterli, (±) değişken, (-) zayıf

K: Kız, E: Erkek

**Tablo 8.** Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşüncelerinin dağılımı

Katılımcı N:20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru		Bilimin Deneysel Unsuru		Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru		Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Yeterli	3	15	1	5	0	0	1	5
Değişken	6	30	5	25	4	20	2	10
Zayıf	11	55	14	70	16	80	17	85

a) Bilimin Kesin Olmayan Unsuru

Bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %15'i "yeterli" %30'u ise "değişken" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bugün kabul edilen bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceğini ve bilim insanlarının atomun yapısı ve dinazorların neye benzediğiyle ilgili olarak kesin bilgilere sahip olmadıklarını ifade etmektedirler:

[Bilimsel bilgilerin değişebileceğini] çünkü bilim adamlarının her şeyi bulduklarını düşünmüyorum. [Bilim insanları] bazı aletler icat ederek onlarla gözlemler yapmış ve bazen tahminlerde bulunmuştur. [Bilim insanları dinazorların neye benzedikleri konusunda emin değillerdir] çünkü [bilim insanları dinazorların] sadece kemik yapılarını biliyorlar. [K3]

[Bilimsel bilgiler değişebilir] mesela atom modellerinde seneler ilerleyince daha da gelişiyor. [Bilim insanları atomun yapısı hakkında kesin bilgilere sahip değillerdir] çünkü çok küçük parçacıklar oldukları için bilinmeyenler de vardır. [K5]

Bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %55'i "zayıf" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimsel bilgilerin kesin olduğunu ve asla değişmeyeceğini ifade etmektedirler:

[Bilimsel bilgiler değişmez] çünkü kanunlar kesin [bilgi türleridir.] [K4]

[Bilimsel bilgilerin değişebileceğini düşünmüyorum] sonuçta bilim insanları demiş. Yani baya bir araştırma sonucu olmuştur. [K8]

[Atomun yapısı hakkında kesin bilgilere sahibiz] mesela maddenin en küçük hali atomdur. Bunu bilim insanları bulmuştur. [K12]

[Bilimsel bilgiler değişmez] çünkü onlar bulunmuş bilgiler sonuçta değişmez. [atomun yapısı hakkında kesin bilgilere sahiptirler] sonuçta bilim insanları atomun içini açıp incelemişler. [Bilim insanları dinozorların neye benzedikleri konusunda emindirler] çünkü yer altında buldukları kemikleri birleştirmişler. [K14]

[Bilimsel bilgiler değişmez] çünkü bilim adamları doğrularını buldu. [E3]

[Bilim insanları dinozorların neye benzediği konusunda emindirler çünkü] eski insanlar bunun neye benzediğini taşlara çizmiştir. [E6]

#### b) Bilimin Deneysel Unsuru

Bilimin deneysel unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %5'i "yeterli" %25'i ise "değişken" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimsel deneylerin delil olarak kullanılabileceğini ifade etmektedirler:

[Fen bilimlerinde deneyler] kanıt olarak gösterilebilir. [Bilim insanları atomun yapısına karar verirken] bazı aletler icat ederek onlarla gözlemler yapmış ve bazen tahminlerde bulunmuştur. [Dinozorların yaşadıklarını] onların iskeletlerini bularak [anlayabilirler]. [Dinozorların neye benzediğine kanıt olarak] DNA'larını [kullanırlar.] [K3]

Bilimin deneysel unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %70'i "zayıf" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrencilerin bilimsel çalışmalarda deneylerin ne amaçla yapıldığını anlayamadıkları anlaşılmaktadır. Bu öğrenciler, fen bilimlerinde deneylerin üzerinde çalışılan konuyu daha iyi anlamak için yapıldığını ifade etmektedirler:

[Fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran özellik] farklı deneylerin yapılması, [fen bilimlerinde deneyler] bir konuyu daha iyi anlamamıza yardımcı olur. [K2]

Feni [diğer bilimlerden] ayıran özellik ışık gibi konuların olması, [fen ve teknoloji dersinde] maddenin yapısı konusunu deney yaparak işlemiştik. [K5]

[Deneyler konuları] öğrenmemiz için önemlidir. [K6]

[Fen bilimlerinde deneyler] konuyu daha iyi anlamak için [önemlidir]. Elektriğin akımını ölçme deneyi yapmıştık. [K8]

[Fen bilimlerinde deneyler konuların] zihnimize daha kalıcı olması için önemlidir. [bilim insanları atomun yapısına] kafadan veya bir sürü fenciyle düşünerek [karar vermişlerdir.] [K11]

[Deneyler konuları] daha iyi anlamamızı sağlar. [bilim insanları] bütün bilgileri toparlayıp bir araya getirerek [atomun yapısına karar verdiler.] [E4]

### c) Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru

Bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuru ile ilgili olarak öğrenciler arasında “yeterli” görüşlere sahip öğrenci bulunmamaktadır. Bu öğrencilerin %20’si ise “değişken” görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, en çok hayal gücü ve yaratıcılık unsurunun araştırma konusu ve çalışmayı planlama noktasında etkili olduğunu ifade etmişlerdir:

[Hayal gücü araştırma konusu seçme ve çalışmayı planlamada gereklidir] eğer hayal gücü kullanmasaydı bir şeyi merak etmez ve ona başlamazdı. [K3]

Hayal güçlerini kullanmasalar örneğin dinazorun neye benzediklerini anlayamazlardı. [K5]

Bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuru ile ilgili olarak öğrencilerin %80'i "zayıf" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimin kesin bir yapısı olduğunu bilimin sadece kanıtlarla işlediğini düşündüklerini bu sebeple bilimde hayal gücünün etkisinin olmadığını ifade etmektedirler:

Hayal gücü olsaydı [dinozorların] uçtuklarını düşünürlerdi. [K4]

[Bilim insanları] hayal gücü kullansalardı mesela dinozorların şekli farklı olurdu. Onlar bilimsel kanıt kullanırlar. [K11]

Hayır, çünkü hayal ederse yanlış çıktımı onun başı belaya girer. [E3]

[Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılık kullanmaz] çünkü bilim nettir. [E5]

Hayal gücü kullanarak tableti, hem telefon hem de tablet olarak kullanılacağını düşünmüşler ve yapmışlar. [E6]

#### d) Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru

Bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %5'i "yeterli" %10'u ise "değişken" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimsel çalışmalarda gözlemlenemeyen noktaların başka durumlara benzetilip bir çıkarıma gidilerek açıklandığını ifade etmektedirler:

[bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadığını] fosiller [yardımıyla bilir] onların nesli olan timsah ve kertenkelelerden yararlanarak [şekillerini anlamaya çalışırlar ancak dinozorların neye benzediği konusunda emin] değildirler çünkü [onları] görmemişler.[E5]

Bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin %85'i "zayıf" görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimin yoruma açık olmadığını ifade etmektedirler.

[Atomlar] çok küçük parçacıklar oldukları için bilinmeyenler de vardır. [K5]

Atomları eskiden o kadar ince ayrıntılı [gösterecek] cihazlar yoktu. [Dinozorların] kemiklerini birleştirip eskiden var olduklarını anlarlar. Eskiden yaşayan insanlara sorarlar [ve böylece dinozorların neye benzediklerini ortaya çıkarırlar.] [K6]

Bilim insanları atomun içini açıp incelemişler. [Bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşmasının sebebi] farklı araştırmalar yapmış [olmalarıdır]. [Ya da] hesap hatası yapmış olabilirler. [Bilim insanları] yer altında buldukları kemikleri birleştirmişler [ve dinozorun neye benzediğini görmüşler.] [K14]

### **3.2.Öğretim Sırasında Elde Edilen Bulgular**

Öğretim materyalinin uygulanması sırasında ders materyaline yazılan notlardan ve bilim tarihi illüstrasyonu destekli çalışma yapraklarından elde edilen veriler ile öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili görüşleri incelenmiştir.

Öğrenciler bilimsel bilginin oluşturulmasında deney ve gözlemlere ihtiyaç duyulduğunu düşünmektedirler. Örneğin, ışığın nasıl bir yol izlediğinin belirlenebilmesi için deney ve gözlemlere ihtiyaç duyulduğu şu şekilde ifade edilmiştir: “*Evet kanıtlamak için deney ve gözleme ihtiyaç duyarım. Şöyle yol izlerim ışığın havada suda ve camda kırılmalarını izlerim.*” [K11]. Aynı zamanda öğrenciler aynı deneysel çalışmaların farklı şekillerde yorumlanabileceğini ve böylece farklı sonuçlara ulaşılabilceğini düşünmektedirler. Örneğin, ibn el-Heysen ile Kemaleddin Fârisî'nin aynı deneyi yapmalarına rağmen farklı sonuca ulaşmaları şu şekilde ifade edilmiştir: “*Farklı görüşlere sahip olmaları ve aynı deneyden farklı görüşler ortaya çıkması*” [K11]

Öğrenciler bilimsel çalışmalarda deney ve gözlemin yanında hayal gücü ve yaratıcılığın da etkili olduğunu düşünmektedirler. Örneğin, Batlamyus'un birçok deney ve gözlem yapmasına rağmen ışığın nasıl kırılmaya uğradığını açıklayamaması hayal gücü ve yaratıcılığa bağlanmıştır: “*Hayal ve yaratıcılığı biraz düşük olduğu için bulamadı.*” [K5] Bazı öğrenciler ise bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın teknolojinin

gelişmesiyle azaldığını ve yerini teknolojiye verdiğini düşünmektedirler. Örneğin, renklerin oluşumuyla ilgili olarak Aristoteles ile Newton'un görüşlerindeki farklılıkların ve bilimsel bilgideki değişimin sebebi olarak bu düşünce ifade edilmiştir: “*Aristo[nun görüşü] daha eski zamanlarda ve ilerlememiş bir teknolojiyle ortaya atılmış bir düşünce, Newton ise [görüşünü] Aristo'ya göre daha iyi bir teknolojiyle ortaya atmıştır [Bilimsel bilgi] Evet değişebilir çünkü eski zamanlarda teknoloji yoktu ve yaratıcılıkla ortaya çıkıyordu.* [E4] Yine bir öğrenci bu düşünceyi şu şekilde ifade etmiştir: “*Çünkü o zamanda teknoloji yoktu. Yaratıcılık ve hayal gücü ağır binliyordu.*” [E5] Bazı öğrenciler ise bilim insanlarının bu görüş farklılığını yapılan farklı deneysel çalışmalara bağlı olarak ortaya çıktığı şeklinde ifade etmişlerdir: “*Değişir mesela Aristoteles'in görüşü 1000 yıl gibi epey bir süre sürmüş ancak sonra Newton onun deneyinden yola çıkarak yeni fikir ortaya atmıştır. Aristoteles'inki de bilimsel bilgiydi ama Newton daha derine indi.* [K11] Yine bir öğrenci bu değişimin yapılan farklı deneyler sonucu oluştuğunu ifade etmiştir: “*Bence değişebilir çünkü Aristoteles'in ve Newton'un yaptığı deneyler sonucu.*” [K5]

Öğrenciler tarafından gözlem ve çıkarım arasındaki fark şu şekilde ifade edilmiştir: “*Gözlem deney gibi, çıkarım ise deneyden çıkan sonuçtur*” [E5] Öğrencilere “*Sizce Newton, kırmızı ışığın girdiği prizmadan farklı renkte ışınların çıktığını gözlemleydi nasıl bir sonuca varırdı? Ya da siz Newton'un yerinde olsaydınız nasıl bir sonuca varırdınız?*” şeklinde bir soru sorularak gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavrayabilmeleri ve bir çıkarım yapabilmelerine olanak sağlanmıştır. Bu durumun öğrencileri düşünceye yönlendirdiği ve ilgilerini çektiği şu şekilde ifade edilmiştir: “*Biraz şaşırdım kırmızı ışık prizmaya yansıdığına renkli ışık çıksaydı değişik olurdu ve çok şaşırtıcı olurdu ben gözleseydim biraz şaşırdım ve araştırdım*” [K2] Bu gözlem karşısında öğrenciler farklı çıkarımlarda bulunmuşlardır: “*Bence sadece beyaz ışıpta tüm renklerin olmadığını kırmızı ışıpta da tüm renklerin olabileceğini*” [K6], “*Prizmaya gelen kırmızı ışığın farklı renkler oluşturduğunun sonucuna varırdı.*” [K5], “*Her rengin kırıldığında farklı renkleri oluşturduğu sonucuna varırdım.*” [K3] ve “*Prizma ışıkların renklerini değiştirir.*” [E2]

Ders öğretim materyalinde bilim insanları tarafından gökyüzünün nasıl mavi gözüktüğüyle ilgili yapılan farklı açıklamalara yer verilmemiştir. Ancak bir öğrenci

[K11] gökyüzünün nasıl mavi gözüktüğüyle ilgili bilim insanlarının yaptıkları farklı açıklamaların yer aldığı bir kitaba ulaşarak bu kitabı sınıf ortamına getirmiş ve arkadaşlarıyla paylaşmıştır. Buradan bilim tarihinin öğrencilerin ilgisini çektiğini ve öğrencilerin bilimin tarihsel gelişimini merak ettiklerini çıkarabiliriz.

Bilim tarihi destekli ders kitabı öğretim materyalinde serapların nasıl oluştuğuyla ilgili kısımda yapılan açıklamalarda bilim tarihinden yararlanılmamıştır. Ancak öğrenciler sınıfta bilimsel bir tartışma ortamı oluşturarak kendi görüşlerini ifade etmişlerdir. Ayrıca kendi görüşlerini desteklemek ve diğer görüşleri çürütmek amacıyla deliller öne sürmüşlerdir. Öğrencilerin bir olay ve olgunun nasıl gerçekleştiğiyle ilgili açıklamalar yapmaya çalışmaları, görüşlerini desteklemeye ve diğer görüşleri çürütmeye çalışarak bilimsel bir tartışma ortamı oluşturmaları dikkat çekicidir. Bu durumun ortaya çıkmasında ise bilim tarihi destekli öğretim materyalinin etkisi olduğu düşünülebilir.

Ders kitabı öğretim materyalinde renklerin nasıl oluştuğuyla ilgili bilim tarihinden Aristoteles ve Newton'un görüşlerine yer verilmiştir. Öğrenciler bu görüşleri ele alarak incelemiş ve tartışmışlardır. Aynı zamanda savundukları düşüncelere deliller getirmeye çalışmışlardır. Ancak birkaç öğrenci renklerin oluşumuyla ilgili bugün doğru olarak kabul edilen Newton'un görüşünün değişmeyeceğini öne sürmüştür. Bu görüşü öne sürmesine sebep olarak ise dersane gibi kurumlarda aldıkları eğitimi göstermişlerdir. Okullarda ve dersane gibi eğitim kurumlarında sonuç odaklı bir eğitim verilmesi öğrencilerin böyle bir sonuca varmalarına neden olabilmektedir. Bilimin sadece gelinen son noktaya vurgu yapılması bilimsel süreçten haber verilmemesi öğrencilerde bilimin mutlak ve kesin bir yapısının olduğu algısını oluşturmaktadır. Buna rağmen bir öğrenci de bilim tarihi illüstrasyonlarını işaret ederek Aristoteles'in görüşünün M.Ö. 384-322 yıllarından Newton'a kadar yani 1642-1727 yıllarına kadar doğru olarak kabul edildiğini ve bu görüşünde önemli ve değerli olduğunu dile getirmiştir. Öğrencinin bu ifadesi ile bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin bilimin gelişim sürecini inceleyebilmelerine ve yorumlayabilmelerine olanak sağladığını göstermektedir.

### 3.3. Öğretim Sonrasında Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Son Düşünceleri

**Tablo 9.** Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşünceleri

Katılımcı N:20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	±	-	+	±	-	+	±	-	+	±	-
K1		X			X				X			X
K2	X				X		X				X	
K3	X			X			X			X		
K4		X			X			X				X
K5	X			X			X				X	
K6			X			X		X				X
K7			X			X		X			X	
K8	X			X			X			X		
K9		X			X			X		X		
K10		X		X			X			X		
K11	X			X			X			X		
K12	X			X			X			X		
K13	X				X		X				X	
K14	X				X				X			X
E1			X			X			X			X
E2	X				X			X		X		
E3		X		X				X		X		
E4	X				X			X				X
E5	X			X			X				X	
E6		X			X		X					X

Not: (+) yeterli, (±) değişken, (-) zayıf

K: Kız, E: Erkek

**Tablo 10.** Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşüncelerinin dağılımı

Katılımcı N:20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru		Bilimin Deneysel Unsuru		Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru		Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru	
	F	%	f	%	f	%	f	%
Yeterli	11	55	8	40	10	50	8	40
Değişken	6	30	9	45	7	35	5	25
Zayıf	3	15	3	15	3	15	7	35

Bilim tarihi entegre edilmiş öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını ne düzeyde değiştirdiğini tespit etmek amacıyla öğrencilerin ön ve son profilleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 11 de sunulmuştur. Tablo 11 incelendiğinde öğrencilerin çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğasının altı unsurunda da önemli kazançlar elde ettiği görülmektedir.



**Tablo 11.** Öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili ilk ve son görüşlerinin karşılaştırılması

Katılımcı N:20		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru		Bilimin Deneysel Unsuru		Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru		Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru	
		f	%	f	%	f	%	f	%
ilk	Yeterli	3	15	1	5	0	0	1	5
	Değişken	6	30	5	25	4	20	2	10
	Zayıf	11	55	14	70	16	80	17	85
Son	Yeterli	11	55	8	40	10	50	8	40
	Değişken	6	30	9	45	7	35	5	25
	Zayıf	3	15	3	15	3	15	7	35

a) Bilimin Kesin Olmayan Unsuru

Bu çalışma başlangıcında, bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili öğrencilerin %15'i "yeterli", %30'u ise "değişken" görüşlere sahipken, uygulama sonrasında öğrencilerin "yeterli" görüşleri %55'e çıkmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilerin %30'unun ise "değişken" görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bilim tarihi destekli öğretim materyali ile bilimin doğasının öğretimi sonucunda öğrencilerin %55 olan "zayıf" görüşleri %15'e düşmüştür. Bu gruptaki öğrenciler, bilimsel bilgilerin kesin olmadığını, yeni deliller ortaya çıkması durumunda değişebileceğini ve yanlışlanabilir bir yapısının olduğunu ifade etmişlerdir:

[Bilimsel bilgiler kesin değildir, değişebilir. Örneğin;] Thomson [atomu] içi dolu bir küreye benzetmiştir. Ama Bohr başka deneyler yaparak bir buluta benzetmiştir. [K5]

Farklı deney ve farklı görüşlerden dolayı [bilimsel bilgiler] değişebilir. [K8]

Başka bir kanıt bularak bilgiler değişebilir. [K10]

Aristoteles'in ortaya attığı görüşü kesin olarak kabul etselerdi bu günkü bilgilere ulaşamazdı. Hayal gücü ve tahminle daha derine inip araştırmalar yapılabilir. [K11]

Bilim geliştikçe bilgiler değişiyor. [K12]

[Bilimsel bilgiler değişebilir] farklı insanların farklı görüşleri olur [ve bu görüşlerini] farklı deneylerle kanıtlarlar. [K13]

Bilimsel bilgiler değişebilir. Daha gelişebilir. Aristo'nun görüşünü Newton çürütmüştür. [E4]

#### b) Bilimin Deneysel Unsuru

Bu çalışma başlangıcında, bilimin deneysel unsuruyla ilgili öğrencilerin %5'i "yeterli", %25'i ise "değişken" görüşlere sahipken, uygulama sonrasında öğrencilerin "yeterli" görüşleri %40'a ve "değişken" görüşleri ise %45'e çıkmıştır. Bilim tarihi destekli öğretim materyali ile bilimin doğasının öğretimi sonucunda öğrencilerin %70 olan "zayıf" görüşleri %15'e düşmüştür. Bu gruptaki öğrenciler, bilimsel çalışmalardaki deneylerin açıklama yapmak, delil toplamak ve savunulan görüşü kanıtlamak için yapıldığını ifade etmişler:

[Bilim insanları] görüşlerini farklı deneylerle kanıtlarlar. Newton ışığın prizmadan çıktığı [deneyini yapmıştır]. [K1]

Fende [deneyler] savunulan fikri kanıtlamak için önemlidir. [Bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını] onların kemiklerinden yararlanarak [bilirler]. [dinozorların neye benzediğine kanıt olarak] kemiklerdeki DNA'yı kullanırlar. [K3]

[Bilim insanları atomun yapısına] deneyler yaparak karar vermişlerdir. Işığın nasıl yol izlediğini deneyler yardımıyla öğrenmiştik. Aristo deney yaparak ışığın nasıl göze geldiğini anlamıştır. [Dinozorlar] yer altından çıkan fosillerle ne kadar yıl önce yaşadıkları bulunmuştur. Yer altından çıkan kemiklerle neye benzediğini bulurlar. [K5]

Deney yaparak araştırıyoruz, kanıt sahibi olmamızı sağlıyor. [K9]

Deney yapmadan bir şeyin doğru olduğunu anlayamayız. Bilim insanları deney yapmasalar bir şey bulamazlar. [K10]

[Fen] kanıtlara dayalı evreni anlatan bilim dalıdır. [bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını] kemikleri vb. şeyleri evren üzerinde bıraktığı kalıntılar [ile bilirler]. [Dinozorların neye benzediklerini] deneylerle, mesela gözün rengi için gözü herhangi bir asitle yıkayabilirler. [Neye benzedikleri konusunda emin değiller] fosilleri ve kalıntıları ayrı ayrı bulup yerleştiriyorlar. Bunda hayal gücü yardımcı oluyor. Tam olarak kesin deliller yok. [Bu sebeple] her şeyi kanıtlayamazlar. [K11]

[Deneyler bir] fikri desteklemede veya kanıtlamak için [kullanılır]. [Örneğin] Aristo fikrini deneyle kanıtladı. [E5]

### c) Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru

Bu çalışma başlangıcında, bilimin hayal gücü ve yaratıcı unsuruyla ilgili öğrenciler “yeterli” görüşlere sahip değildir. Öğrencilerin %20’si ise “değişken” görüşlere sahipken, uygulama sonrasında öğrencilerin “yeterli” görüşleri %50’ye ve “değişken” görüşleri ise %35’e çıkmıştır. Bilim tarihi destekli öğretim materyali ile bilimin doğasının öğretimi sonucunda öğrencilerin %80 olan “zayıf” görüşleri %15’e düşmüştür. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılık özelliklerini kullanarak araştırma konusu belirlediklerini, deney tasarladıklarını ve deneylerden elde edilen verileri yorumladıklarını ifade etmişlerdir:

[Bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını] kazı çalışmaları yaparak [bilirler]. Kazı çalışmaları esnasında çıkan kemiklerin dokularını alıp deney yaparlar. [Dinozorların neye benzediği konusunda emin değiller] çünkü henüz dinozorların çoğunu bulamadılar ve bu yüzden emin değillerdir. Çünkü her deneyde konu tam açıklanamaz bu yüzden hayal gücü kullanılır. Hayal gücü ve yorum ile [aynı verilerden farklı sonuçlara ulaşılır]. [K2]

[Bilim insanları] hayal ederek deney yapmışlardır. Aristo deney yaparak ışığın nasıl göze geldiğini anlamıştır. [K5]

Newton ve Aristo’nun deneylerinde hayal gücü etkili olmuştur. Hayal gücüyle daha iyi fikirler ortaya çıkar. [K8]

Hayal gücü kullanarak kemikleri birleştirirler. [K9]

[Bilim insanları] hayal etmese o deneyleri yapamaz. Hayal gücü ile aynı deneyi farklı bir şekilde açıklayabilir. [Bilim insanları] kemikleri fosilleri inceleyerek, kertenkele gibi canlılara benzeterek [dinozorların yaşadıklarını ve neye benzediklerini tahmin ederler]. [K10]

[Bilim insanları] fosilleri ve kanıtları ayrı ayrı bulup yerleştiriyorlar. Bunda hayal gücü yardımcı oluyor. İlk araştırma konusu belirlersiniz. Araştırmaya başlar kendinize metod belirlersiniz. Hayal gücünüzü kullanıp yorumlarsınız. Deneyler ve gözlemler yaparsınız. [K11]

Her şey hayal gücüyle ortaya çıkar. Bence verileri yorumlama ve sonuca varmada hayal gücü kullanırlar. Ama en çok deney ve gözlem yapmada kullanırlar. [K12]

#### d) Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru

Bu çalışma başlangıcında, bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili öğrencilerin %5'i "yeterli", %10'u ise "değişken" görüşlere sahipken, uygulama sonrasında öğrencilerin "yeterli" görüşleri %40'a ve "değişken" görüşleri ise %25'e çıkmıştır. Bilim tarihi destekli öğretim materyali ile bilimin doğasının öğretimi sonucunda öğrencilerin %85 olan "zayıf" görüşleri %35'e düşmüştür. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılık özellikleriyle bilimsel verileri farklı bir bakış açısıyla ele aldıkları ve yorumladıklarını ve elde ettikleri deneysel/gözlemsel verilerden farklı sonuçlara ulaşabileceklerini ifade etmektedirler:

[Bilim insanları] hayal gücü sayesinde farklı düşünürler. [Aynı verileri] farklı bir bakış açısıyla değerlendirirler. [K3]

Herkesin fikri aynı değildir. Görme olayında farklı açıklamalar var. [K7]

[Bilim insanlarının] görüşleri düşünceleri farklıdır. Bunda hayal gücünün etkisi olabilir. Aristo ve Newton yaptığı prizmadan renklerin çıkması deneyinde ikisi de farklı görüşlere sahip. [K8]

[Bilim insanları] o çağdaki hayvanların renklerini tahmin ediyorlar. [K12]

Farklı bakış açılarına göre herkes deneyden farklı sonuçlar çıkarabilir. [E2]

Gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklarken İbn el-Heyssem ve Kemaleddin Farisi aynı deneyleri yapıyorlar ama farklı sonuç çıkarıyorlar. [E3]

### **3.4. Katılımcı Öğretmenin Öğretim Materyali ve Uygulanma Süreciyle İlgili Düşünceleri**

Öğretim materyali uygulandıktan bir hafta sonra ders öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmış ve veriler analiz edilmiştir.

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin uygulanmasında ders öğretmenin bilimin doğası anlayışlarının etkililiğiyle ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla “bilimin doğası konusunda bilgi sahibi olmanız, bilim tarihi entegre edilmiş ders materyalini uygulamanızı kolaylaştırdı mı?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soruyu ise “*Kesinlikle. Bilim tarihi, bilimin doğası hakkında bilgi sahibi olmayan bir birey için ister öğrenci olsun ister öğretmen pek ilgi çekici olmayabilir. Bilimin doğası konusundaki yeterliliğim bilim tarihi entegre edilmiş ders materyaline ilgimi arttırdı dolayısıyla dersin öğrenciler üzerinde olumlu etkiler bırakmasını sağladı.*” şeklindeki cevaplamış ve materyallerin uygulayıcısı konumunda bulunan öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının materyallerin etkililiğini arttırmada etkili olabileceğini ifade etmiştir.

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin, öğrencilerin bilime ve bilimin doğasına yönelik ilgilerine etkisiyle ilgili düşüncelerini ders öğretmeni: “*Fikrim materyallerin bilimin doğasına olan ilgiyi arttıracığı yönündedir. Bilimin doğasını anlamada bu materyaller bir araçtır. Araç olarak yıllardır ansiklopedi tarzında yayınların*

*kullanılması öğrencilerin ya da öğretmenlerin bilimin doğasına yönelik algılarının farklılaşmasına ve bilimin ulaşılamaz olarak görülmesine neden olmuştur. İyi hazırlanmış materyaller bu uygulamada olduğu gibi bilime ve bilimin doğasına olan ilgiyi artırır.”* şeklinde ifade etmiştir. Böylece ders öğretmeni, bilim tarihi destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin bilime olan ilgilerini arttırdığını ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede etkili olduğunu ifade etmiştir.

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilere farklı bir bakış açısı sunma ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirme hususundaki etkisine yönelik olarak ise şu şekilde bir açıklama yapmıştır: *“Materyaller öğrencilerde beklenen bilimin doğası anlayışını kazandırdı. Ayrıca materyaller öğrencilere farklı bir bakış açısı sunmaktadır.”*

Bilim tarihi destekli bu öğretim materyalinin öğrencilerin derse katılım ve ilgileri ile ilgili düşüncelerini şu şekilde cevap verilmiştir: *“Onlar için hazırlanmış föy öğrencileri mutlu etti ve derse olan ilgilerini arttırdı. Öğrenciler farklı bir konuda kendilerine verdiğim araştırma ödevlerini bana sunarken çalışmalarını bilim tarihinden örnekler kullandılar. Bir öğrenci kendisi bir kitaba ulaşmıştı elde ettiği bilgileri sınıfa getirdi, bana ve arkadaşlarına sundu.”* Aynı şekilde bilim tarihi hikâyeleri ve bilim tarihi illüstrasyonları öğretim materyallerinin sınıf içi bilimsel tartışma ortamının sağlanmasına olan etkileri sorulmuş ve ders öğretmeni bu etkileri şu şekilde açıklamıştır: *“illüstrasyonlar öğrencilerin olaya bir bilim adamı gibi var olabileceklerini hissettiren bir ortam oluşmasını sağladı. Sınıf içi mükemmel bir bilimsel tartışma ortamı oluştu. Öğretmenin yönlendiriciliğiyle başlayan tartışma öğretmenin hayranlıkla seyrettiği bir ortamda devam etti ve öğretmen yönlendiriciliği gittikçe azaldı. Hatta sonraki derse föylerde mevcut olan bir bilgi ancak bilim tarihinden örneklendirilmemiş bir durumu öğrenci kitaplardan araştırarak bir bilim tarihi kitabı elinde gelip arkadaşlarına sunmuştur. Bu durum uygulamanın verimli sonuçlar gösterdiğini gözler önüne sermiştir”.* Bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonlarının öğrencilerin derse katılım, sınıf içi tartışma ve ilgileri bağlamında karşılaştırması istenmiştir. Ders öğretmeni ise düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir: *“İkisi de oldukça etkili ve birbirini destekleyen materyallerdir. İkisi de etkilidir birlikte kullanılmalıdır. İllüstrasyonlar bilim adamlarının da yanılabilceğini ya da düşüncelerini değiştirebileceklerini gözler önüne seren önemli kaynaklardır.”*

“Derse bilim tarihinin entegre edilmesi ve hazırlanan illüstrasyonların size materyal geliştirme noktasında bir katkısı oldu mu?” şeklindeki bir soruya şu şekilde bir cevap verilmiştir:

*“Kesinlikle katkısı oldu ancak yoğun çalışma gerektiren bir süreç bütün kazanımlara uygulanması ciddi çalışma ister. Bilim tarihini uyarlamak materyal ve alt yapı gerektirir Uygularken keşke bütün kazanımlara uyarlansa düşüncesine kapıldığımı söylemeliyim ancak bilgi yoğunluğundan uzak durarak. Materyaller geliştirilmeli okullarda uygulanmalı da ancak mevcut ezberci ve sınava dayalı sistem buna izin vermemektedir”.*

Ayrıca ders öğretmenine bu materyalleri diğer derslerinde de uygulayıp uygulamadığı ve diğer öğrencilerin de bu materyallere karşı ilgisinin ne düzeyde olduğu sorulmuş ve şu şekilde cevap alınmıştır: *“Diğer sınıflarımda oldu. Bu uygulamayı gerçekleştirmediğim başka 7. Sınıf öğrencilerime de konunun bazı kısımlarını bu materyali kullanarak işledim. Bilim tarihinden örnekler onlarında çokça ilgisini çekti.”* Bununla birlikte bilim tarihi destekli öğretim materyalinin uygulanması sırasında ne gibi zorluklarla karşılaşıldığı sorulmuştur. Ders öğretmeni ise ders süresi hususunda bir sorun yaşadıklarını, bilim tarihi destekli öğretim materyalinin ders süresi bağlamında yoğun bir şekilde hazırlandığını ve sınıf içi tartışma durumunu sınırlandırmak zorunda kaldığını belirtmiştir: *“Konu yoğunluğu dersi işlemem için ayırabileceğim mevcut zaman dilimine göre fazla geldi. Daha çok bilimsel tartışma yapmak istedi öğrenciler sınırlandırmak zorunda kaldık.”*

Öğretim materyalinin uygulanması sırasında ilgisini çeken durumlar ve ilgili düşünceleri sorulduğunda şu şekilde cevap alınmıştır: *“Konu ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini yüzyıllar önce bilim insanlarının deneylerle, bilimsel verilerle elde etmeleri öğrenciler için mutluluk verici bir durumdu. Öğrencilerin farklı konuları işlerken bana bilim tarihinden örnekler vermeleri beni çok mutlu etti. Öğrencilerin düşüncelerini bilimsel tartışma içerisinde arkadaşlarının destekli olarak çürütmesi ardından yeni düşüncelere yönelmeleri ısrarla bilimsel tartışmayı sürdürmeleri kişisel gelişimlerini de olumlu yönde etkilemiştir.”* Ayrıca bilim tarihi illüstrasyonlarıyla ilgili düşüncelerini ise şu şekilde açıklamıştır: *“illüstrasyonlar gayet etkileyiciydi. Güzeldiler.*

*Katkı sağladı kesinlikle. Bilimsel tartışma ortamı oluştu, bilim insanlarının yanılabilir olması onlar yeni bir bakış açısı oluşturdu fen bilimlerinde.”*

*“Hatta yanlış düşüncelerinden gurur duymuşlardır. Zamanında bilim adamları da benim gibi düşünmüşler algısıyla. Doğru kabul edilen bilgilere ulaşmaları ulaşılamaz bilim algılarını yok eden olumlu bir sonuçtur. Kesinlikle bilim onlar için ulaşılmazlık statüsünden uzaklaştı.”*



## 4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel konusu; 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarını geliştirmek amacıyla hazırlanan materyallerin etkisini incelemektir. Bu amaçla 7. sınıf Işık ünitesi bağlamında bilim tarihi ile desteklenmiş bir öğretim materyali ve bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmıştır. Bu materyallerin ve dayandığı yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini analiz etmek için çoklu veri toplama araçları kullanılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili tasarlanan öğretim materyalleri uygulanmadan önce ve uygulamadan sonra öğrencilerin düşünceleri anket ve mülâkatlarla belirlenerek karşılaştırılmıştır. Bu yolla öğretim materyallerinin etkisi ölçülmüştür. Bu bölümde, tez araştırması boyunca toplanan ve bir önceki bölümde sunulan verilerin tartışması yapılmıştır.

### 4.1. Materyallerin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisi

Bilimin ve bilimsel bilginin doğasının öğrencilere yeterli seviyede öğretilmesi uzun zamandan beri fen eğitimcilerinin ve fen eğitimi araştırmacılarının ortak hedefleri arasında yer almaktadır (Lederman, 1992). Bilimin doğasını yeterli seviyede anlayan öğrencilerin fen konu alanını başarılı bir şekilde öğrenebileceği ve doğal çevrede gerçekleşen olaylarla ilgili ortaya atılan görüşleri bilimsel bir bakış açısıyla ele alabilecekleri belirtilmektedir (Driver vd., 1996). Bilimin doğasıyla ilgili yeterli ölçüde bir anlayışa sahip olmak, öğrencilerin bilimsel çalışmaların ve bu çalışmalar sonucu elde edilen bilgilerin ne ifade ettiklerini anlamalarına yardımcı olabilir. Böylece öğrenciler, bilimin gelişmesine daha fazla katkıda bulunmaya çalışabilirler.

Bu bağlamda ülkemizdeki ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu anlayışları araştıran çok sayıda çalışma vardır (Oyman, 2002; Kınık vd., 2004; Kılıç vd., 2005; Bora, 2005; Aslan, 2009). Bu çalışmalar özellikle ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerinin kesin ve değişmez olduğunu ve bilimsel bilgilerin üretilmesinde deneysel çalışma dışında hiçbir etkenin etkili olmadığını düşündükleri sonucuna varılmıştır. Böyle bir anlayışın bilimin gelişmesine engel olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirilmesinin önemine rağmen bu alanda yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu

belirlenmiştir (Küçük, 2006; Ayvacı, 2007; Çil, 2010). Bununla birlikte çocuklar, bilim ile ilk olarak ilköğretim düzeyinde karşılaştıkları ve bilimle ilgili ilk anlayışları bu düzeyde yapılanmaya başladığından dolayı, ilköğretim düzeyindeki çalışmalar daha fazla önem arz etmektedir. Buna rağmen öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye ve yeni materyaller üretmeye yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına ve bilim ve bilim insanı imajlarına kaynaklık eden faktörler arasında ders kitapları büyük bir öneme sahiptir (Deve ve Küçük, 2012; Can, 2008). Çünkü ders kitapları öğrenciler tarafından en fazla kullanılan yazılı ve görsel materyaller arasında yer almaktadır. Ancak öğretim materyalleri olarak kullanılan ders kitaplarının hem bilimin doğası hem de bilim ve bilim insanı imajları açısından yetersiz hatta olumsuz bir anlayışı yansıttığı tespit edilmiştir (Deve ve Küçük, 2012). Bu sebeple bu konu bağlamında öğretim materyallerinin geliştirilmesine ve ders kitaplarının zenginleştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç dolayısıyla ışık ünitesi kapsamında bilim tarihi ile desteklenmiş ders kitabı öğretim materyali ve bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanmıştır.

Bu çalışmada öncelikle öğrencilerin bilimin doğası anlayışları anket ve mülakatlar ile incelenmiştir. Hazırlanan öğretim materyali tarihsel öğretim yaklaşımı kullanılarak uygulandıktan sonra öğrencilerin bilimin doğası anlayışları bir kez daha incelenmiş ve karara varılmıştır. Bu incelemeler sonucu öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili ilk profilleri Tablo 7 (sayfa: 52) ve Tablo 8’de (sayfa: 53), son profilleri ise Tablo 9 (sayfa: 60) ve Tablo 10’da (sayfa: 60) verilmiştir. Son olarak ise öğrencilerin ilk ve son profillerinin karşılaştırılması Tablo 11’de (sayfa: 61) verilmiştir. Öğrencilerin ilk ve son profillerinin karşılaştırıldığı Tablo 11’deki araştırma verileri, çalışmaya katılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili düşüncelerinin “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye doğru değiştiğini göstermektedir. Bu sonuç, bilimin doğasının tarihsel yaklaşım kapsamında hazırlanan öğretim materyali ile öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede katkı sağlayabildiği şeklinde analiz edilebilir. Bu çalışmada kullanılan öğretim materyallerinde vurgulanan bilimin doğası unsurlarına yönelik öğrencilerin benimsemiş oldukları ön ve son anlayışları arasındaki ilişki bundan sonraki paragraflarda açıklanmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin % 55'i çalışmanın başında bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili "zayıf" düşüncelere sahiptir. Bu gruptaki öğrencilerin, bilimsel bilgilerin kesin olduğuna ve asla değişmeyeceğine inandıkları belirlenmiştir. Bu anlayışlarını "bilim insanları çok sayıda araştırmalar sonucu bu bilgileri elde etmişler ve kanıtlamışlardır, bu sebeple bilimsel bilgiler değişmez." şeklindeki gerekçelerle dile getirmişlerdir. Öğrencilerin kanıtlanmış bilimsel bilgilerin değişime uğramayacağını düşünmelerinin sebebi olarak ders kitaplarında bilim insanlarının bu bilgileri nasıl elde ettikleriyle ilgili bir bilgi verilmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca konuyla ilgili bilim tarihinden örnekler vererek kanıtlanmış bilgilerin hangi gerekçeler ve durumlar karşısında işe yaramadığı ve değişime uğradığından bahsedilmelidir. Değişken görüşlere sahip öğrencilerin birçoğu ise atomun yapısıyla ilgili bilimsel bilgilerin değişebileceğine inanmaktadırlar. Ancak dinazorların neye benzediği konusunda bilim insanlarının kesin bir inanca sahip olduklarını yani bir bilgi değişiminin olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasındaki ana unsurun ders kitaplarındaki konu içeriğinin veriliş biçiminde yatmakta olduğu düşünülmektedir. Bir önceki bölümde atomun yapısından bahsedilirken bilim insanlarının bu konuyla ilgili farklı görüşlerine ve farklı atom modellerine yer verildiği görülmektedir. Ancak ders kitaplarında dinazorların neye benzediğiyle ilgili farklı görüşlere ve farklı modellere yer verilmemektedir. Ders kitaplarında sadece bilimde gelinen son noktanın verilmesi (mutlak bilgi olarak sunulması) yani konunun tarihsel gelişimine yer verilmemesi öğrencilerin bilimsel bilgilerin değişime uğramadığını düşünmelerine sebep olmaktadır.

Çalışmanın başlangıcında bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili öğrencilerin %15'i "yeterli" görüşlere sahipken öğretim materyali uygulandıktan sonra bu oran %55'e çıkmıştır. Öğrenciler bilimsel bilgilerin değişebilmesini "bir bilim insanı farklı deneyler yaparak kabul edilen görüşleri çürütür ve bir konuyla ilgili görüşünü yaptığı deney ve gözlemler sonucunda deliller bularak kanıtlarlar" şeklindeki düşünceler ile açıklamaya çalışmışlardır. Öğrenciler bu unsur ile ilgili görüşlerini "Aristoteles'in renklerin oluşumuyla ilgili öne sürdüğü görüşünün Newton tarafından nasıl çürütüldüğü ve Newton'un kendi görüşünü hangi deneyler ile delil getirerek nasıl kanıtladığı" ile ilgili örnekler vererek açıklamışlardır. Küçük (2006) tarafından yapılan bir çalışmada 7. Sınıf seviyesindeki öğrencilerin %88'inin bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili "zayıf" anlayışlara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu çalışmada öğrenciler, bilim insanlarının

yaptıkları çalışmalarla ortaya koydukları bilgilerin bilimsel bir çalışmanın ürünü olması sebebiyle kesinlikle doğru olacağına ve hiçbir zaman değişmeyeceğine inandıkları tespit edilmiştir (Küçük, 2006). Bu yanlış anlayışların ortaya çıkmasını önleyebilmek amacıyla, ders konusu işlenirken bilim insanlarının görüşlerini nasıl desteklediklerinden, bu görüşlerin ileride hangi durumları açıklamakta yetersiz kaldığından ve bu sebeple yeni görüşlere ihtiyaç duyulduğundan bahsedilmek üzere bilim tarihinden örneklerin verilmesi etkili bir yol olabilir. Ayrıca sınıfta bu bilimsel durumların ele alınarak, bilim insanları tarafından yapılan deneylere benzer deneylerin öğrenciler tarafından yapılması ve bu durumların tartışıldığı ortamların oluşturulması sağlanabilir.

Öğrencilerin %70'i çalışmanın başında bilimin deneysel unsuruyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Öğrencilerin, bilimsel bilgilerin ortaya konmasında deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmelerine rağmen, bilimsel çalışmalarda deneylerin ne amaçla yapıldığını anlayamadıkları anlaşılmaktadır. Bu gruptaki öğrenciler, fen bilimlerinde deneylerin üzerinde çalışılan konuyu daha iyi anlamak için yapıldığını ifade etmektedirler. Bu anlayışlarını ise “deneyler konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmakta ve konuların zihnimizde daha kalıcı olmasını sağladığı için önemlidir” şeklindeki ifadeler ile dile getirmişlerdir. Ancak öğrencilerden, deneysel çalışmaların bir yöntem olduğunu, bilim insanlarının deneysel çalışmalar ile bilimsel veriler/deliller elde ettiklerini ve bu deliller sayesinde ise savundukları bilimsel görüşleri desteklediklerini anlamaları beklenmektedir. Küçük (2006) yaptığı bir çalışmada, öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel unsuruyla ilgili düşüncelerine bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili sahip oldukları “zayıf” düşüncelerin etkide bulunabileceğini ifade etmiştir. Bu çalışma da ise öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili “zayıf” görüşlerinin bilimsel bilginin kesin olmayan unsuruyla ilgili düşüncelerini olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili “zayıf” anlayışlara sahip olmaları bilimin öznel unsuruyla ilgili anlayışlarını da etkilediği düşünülmektedir. Çünkü deneylerin ne amaçla yapıldığını anlayamayan öğrenciler, deney sonucu elde edilen verileri bir sonuç olarak görebilmektedirler. Bu öğrenciler bilimin objektif bir yapısının olduğu anlayışına sahip olabilirler ve böylece öğrenciler hatasız ve eksiksiz yapılan deneysel çalışmalar sonucunda ulaşılan bilimsel bilgilerin kesin doğru olduğunu ve değişmeyeceğini

düşünebilirler. Bu bağlamda öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili “yeterli” anlayışlara sahip olmaları son derece önemlidir.

Çalışmanın başlangıcında bilimin deneysel unsuruyla ilgili öğrencilerin %5’i “yeterli” görüşlere sahipken öğretim materyali uygulandıktan sonra bu oran %40’a çıkmıştır. Bu gruptaki öğrenciler, deneysel çalışmaların bilimsel bir veri/delil toplamak, savunulan görüşü kanıtlamak ve desteklemek ve bir konu hakkında açıklama yapabilmek için yapıldığını ifade etmişlerdir. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının dinazorlar hakkındaki bilgilere ulaşmada fosiller ve kemik kalıntılarındaki DNA’ları kanıt olarak kullanarak ulaştıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca dinazorların neye benzediği hususunda kemik kalıntılarını birleştirirken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Renklerin oluşumuyla ilgili konuda ise Aristoteles’in görüşünü deney yaparak desteklemeye çalıştığını ifade etmişlerdir. Bu sonuca ulaşmada görme olayının nasıl gerçekleştiği ve renklerin oluşumuyla ilgili verilen bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları sonucunda ulaşıldığı düşünülmektedir. Örneğin, görme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgili bölümde, Platon, el-Kindi ve Öklid gibi bilim insanlarının görme olayının gözden çıkan şeyler ile gerçekleştiğini savunmaları ve açıklamalar getirmeleri ve göze gelen şeyler ile görme olayının açıklanamadığı durumlar verilmiştir. İbn el-Heysem’in ise görme olayının göze gelen şeyler ile gerçekleştiğini savunması ve buna deliller getirmesi ve diğer görüşleri çürütmesiyle ilgili örnekler verilmiş ve sınıfça tartışılmıştır. Böylece öğrenciler, deneysel çalışmaların bilimsel veri/delil elde etmede, ortaya atılan görüşleri çürütme veya desteklemede kullanılan bir yöntem olduğunu kavramışlardır.

Öğrencilerin %80’i çalışmanın başında bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuruyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimin sadece kanıtlar ile işlediğini ve kesin bir yapısının olduğunu bu sebeple de bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olmadığı anlayışına sahiplerdir. Öğrenciler bu anlayışlarını ifade ederken “bilim nettir, hayal gücü kullanılmaz çünkü sonuçlar yanlış çıktığı zaman bilim insanlarının başları belaya girer ve bilim insanları çalışmalarında hayal güçlerini kullansalardı dinazorların şekilleri farklı farklı olurdu” gibi ifadeler ile dile getirmişlerdir. Öğrenciler, bilim insanlarının atomun yapısını gelişmiş mikroskoplarla inceleyip doğrudan görerek ve dinazorların neye benzediğini ise önceki devirlerdeki

insanlar tarafından duvarlara çizilmiş dinazor resimleri ile belirlediklerini düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise önceki devirlerde teknolojik gelişmelerin fazla olmadığını bu sebeple bilimsel çalışmalarda hayal gücünün etkili olduğunu fakat artık teknolojinin gelişmesinden dolayı hayal gücüne ihtiyaç kalmadığını düşünmektedirler. Ayrıca önceki devirlerde yaratıcılık ile oluşturulan bilimsel bilgilerin teknolojinin gelişmesiyle değişebileceğini düşünmektedirler. Böylece öğrencilerin teknolojik gelişmelerin artmasıyla hayal gücü ve yaratıcılığa gereksinimin kalmadığını bilimin aslında objektif olduğunu ve bilimsel çalışmalara hayal gücünün karışması durumunda sonuçların doğru olmayacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu gruptaki öğrenciler hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmaların sadece araştırma konusu seçme ve çalışmayı planlama aşamalarında etkili olduğunu düşünmektedirler. Bu durumun ortaya çıkmasının öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili anlayışlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Bilimin deneysel unsurunu anlayamayan öğrenciler bilimin objektif bir yapısının olduğunu düşünecekler böylece bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olmadığını veya olumsuz sonuçlar doğuracağını düşüneceklerdir.

Çalışmanın başlangıcında bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuruyla ilgili “yeterli” görüşlere sahip öğrenci bulunmamaktadır. Öğretim materyali uygulandıktan sonra ise öğrencilerin %50’si “yeterli” görüşlere sahip olmuşlardır. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılık özelliklerini kullanarak araştırma konularını belirlediklerini, farklı deneyler tasarladıklarını ve deneylerden elde ettikleri verileri yorumladıklarını düşünmektedirler. Bu düşüncelerini “Her şey hayal gücüyle ortaya çıkar. İlk olarak araştırma konusunu belirlersiniz. Araştırmaya başlar kendinize metod belirlersiniz. Hayal etmeden o deneyleri yapamazsınız. Hayal gücünüzü kullanıp elde ettiğiniz verileri yorumlarsınız ve aynı deneyi farklı bir şekilde açıklayabilirsiniz.” şeklindeki cümleler ile ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu düşüncelerini “Aristoteles ile Newtonun”, “İbn el-Heyssem ile Kemaleddin Fârisî” ve “Batlamyus ile İbn el-Heyssem”’in yaptıkları çalışmalara atıfta bulunarak ifade etmişlerdir. Küçük (2006) yaptığı bir çalışmada, bir grup öğrencinin bilim insanlarının atomun yapısının nasıl olduğuna ve dinazorların neye benzediklerine karar verirken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını örnek olarak veremediğini belirtmiştir. Bu durum, daha önce işlenen fen derslerinde yürütülen çalışmalarda öğrencilere hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanacakları fırsatların sunulmamış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Meichtry

(1992), öğrencilerin öğrendikleri konu alanı ve kullandıkları yöntemler ile bilimin doğasının unsurları arasında ilişki kurulmadığında öğrencilerin bu bağlantıları kolayca kuramayacaklarını belirtmektedir. Bu çalışmada öğrencilere bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını nasıl kullandıkları ile ilgili bilim tarihinden örnekler verilmiş, öğrencilerin bu örnekler üzerinde düşüncelerine ve tartışmalarına fırsatlar sunulmuştur. Hayal gücü ve yaratıcılık unsurunun deney tasarlama aşaması için Aristoteles ve Newton'un çalışmalarından bahsedilmiştir. Newton'un Aristoteles'in görüşünü çürütmek ve kendi düşüncesini desteklemek amacıyla tasarladığı deney düzenekleri verilmiştir. Öğrencilerden bu deneylerin tasarlanmasında hayal gücü ve yaratıcılığın ne kadar etkili olduğu ve Newton'un tasarladığı bu deneyleri herkesin yapip yapamayacağı sorulmuştur. Deneylerden elde edilen verileri yorumlama aşamasında Aristoteles ve Newton tarafından yapılan bir deney/gözlem verilmiştir. Bu deney/gözlem den bu iki bilim insanının nasıl farklı sonuçlara ulaştıkları tartışılarak verilmiştir. Ayrıca deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilerden bilimsel bir bilgi üretme noktasında Batlamyus ve İbn el-Heyssem örneği verilmiştir. Bu iki bilim insanının aynı deneyleri yapmalarına ve aynı verilere sahip olmalarına rağmen ışığın nasıl kırılmaya uğradığını Batlamyus'un açıklayamayıp ta İbn el-Heyssem'in bunu nasıl ve ne gibi özellikleri sayesinde başardığı ile ilgili tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Öğrencilerin %85'i çalışmanın başında bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili "zayıf" düşüncelere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bilimin yoruma açık olmadığını, aynı verilerin farklı şekillerde yorumlanamayacağını bu bağlamda bir konuyla ilgili farklı görüşlerin ortaya çıkmasının farklı deneylerin yapılmasından, deney hatalarından ve deneyde kullanılan araçlardan kaynaklandığını düşünmektedirler. Bu düşüncelerini ise "bilim insanları farklı araştırmalar yapmışlardır ya da hesap hatası yapmış olabilirler" şeklindeki düşünceleri ile ifade etmişlerdir. Bilimin yoruma açık olmadığıyla ilgili anlayışlarını ise "bilim insanları atomu ayrıntılı gösterecek cihazlar ile inceleyerek yapısını belirlerler, dinazorların neye benzediğini ise eskiden yaşayan insanlara sorularak ya da duvarlara çizilen resimleri ile belirlenmiştir." şeklindeki ifadeler ile dile getirmişlerdir. Örneğin, öğrencilerin atomun yapısını gelişmiş mikroskoplar ile ayrıntılı bir şekilde gözlenerek belirlendiğini söylemeleri, bu öğrencilerin bilim insanlarının bir konuyla ilgili bilimsel bilgileri doğrudan görerek ürettiklerini düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu ise öğrencilerin gözlem ile çıkarım arasındaki farkı

algılayamadıklarını göstermektedir. Buradan hareketle öğrencilerin deney ve gözlem sonucu elde edilen verileri sonuç olarak algıladıkları söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasındaki sebeplerden birisi McComas (1996) ve McComas (2000)'ın da ifade ettiği gibi okullardaki fen eğitiminden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü fen derslerinde deney yapılırken herkesin aynı şeyleri gözlemlemesi ve aynı sonuca ulaşması beklenmektedir. Ders kitaplarındaki deney tasarımları yeniden gözden geçirilmelidir. Bu tez çalışması kapsamında düzenlendiği şekilde, deney tasarımlarında deney/gözlem sonucu elde edilen verilere ve bu veriler sonucunda ulaşılan çıkarımlara yer verilmelidir. Ayrıca öğrencilerin bu çıkarımları ve bu çıkarımları elde ederken hangi verileri kullandıkları sınıfça tartışılmalıdır.

Çalışmanın başlangıcında bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili öğrencilerin %5'i "yeterli" görüşlere sahipken öğretim materyali uygulandıktan sonra bu oran %40'a çıkmıştır. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılık özellikleriyle bilimsel verileri farklı bir bakış açısıyla ele aldıklarını ve yorumladıklarını ve elde ettikleri bu deneysel/gözlemsel verilerden farklı sonuçlara ulaşabileceklerini düşünmektedirler. Bu düşüncelerini ise "bilim insanları farklı bakış açılarına göre aynı deneyden farklı sonuçlar çıkarabilirler" şeklindeki ifadeler ile dile getirmişlerdir. Öğrenciler bu düşüncelerini derste bilim tarihinden örnek olarak verilen bilimsel çalışmalar üzerinden açıklamaya çalışmışlardır. Örneğin öğrenciler, İbn el-Heysem ve Kemaleddin Farisi'nin gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklarken aynı deneyleri yaptıklarını fakat farklı sonuçlara ulaştıklarını, bu durumun ortaya çıkmasında bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarının etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ders boyunca bilim tarihinde ve derslerde yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilere vurgular yapılmış bu verilerden hangi çıkarımların yapılabileceği sınıfça tartışılmıştır. Bilim insanlarının konularla ilgili farklı çıkarımları veriler ile uyumlu olup olmadığı öğrenciler tarafından tartışılmış ve değerlendirilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin gözlem ile çıkarım arasındaki farkı kavramaları sağlanmıştır.



## 4.2. Bilim Tarihi Destekli Öğretim Materyali ve Sınıf İçi Öğretime Etkisi

Bu bölümde öğretim sırasında elde edilen bulgular ve ders öğretmeninin öğretim materyali ve uygulanma süreciyle ilgili düşünceleri ele alınarak bu çalışmada hazırlanan öğretim materyali ve sınıf içi öğretime etkileri tartışılacaktır.

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilerin bilime ve bilimin doğasına karşı ilgiyi arttırmada etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu konu hakkındaki görüşlerini ders öğretmeni şu şekilde ifade etmiştir: *“Fikrim materyallerin bilimin doğasına olan ilgiyi arttıracığı yönündedir. Bilimin doğasını anlamada bu materyaller bir araçtır. Araç olarak yıllardır ansiklopedi tarzında yayınların kullanılması öğrencilerin ya da öğretmenlerin bilimin doğasına yönelik algılarının farklılaşmasına ve bilimin ulaşılamaz olarak görülmesine neden olmuştur. İyi hazırlanmış materyaller bu uygulamada olduğu gibi bilime ve bilimin doğasına olan ilgiyi artırır.”* Ders sürecinde bir öğrencinin [K11] gökyüzünün mavi gözükmeleriyle ilgili bilim tarihindeki farklı görüşlerin yer aldığı bir kaynağa ulaşarak sınıf ortamında bu bilgiyi paylaşmaya çalışması bilim tarihi destekli bu öğretim materyalinin öğrencilerin ilgisini çektiği görüşünü desteklemektedir. Ayrıca ders öğretmeni bu materyalleri diğer derslerinde de uyguladığını ve bu materyallerin diğer öğrencilerin de ilgisini çektiğini belirtmiştir. *“Diğer sınıflarımda oldu. Bu uygulamayı gerçekleştirmediğim başka 7. Sınıf öğrencilerime de konunun bazı kısımlarını bu materyali kullanarak işledim. Bilim tarihinden örnekler onlarında çokça ilgisini çekti.”*

Öğrencilerin ilgilerini çektiği düşünülen bu öğretim materyallerinin yapılan gözlem ve mülakatlardan yola çıkılarak sınıf içi bilimsel tartışma ortamının oluşmasına katkı yaptığı söylenebilir. Ders sürecinde öğrencilerin konuyla ilgili kendi görüşlerini desteklemek ve diğer görüşleri çürütmek amacıyla deliller öne sürdükleri ve böylece sınıfta bilimsel bir tartışma ortamının oluştuğu gözlemlenmiştir. Ders öğretmeni ise bu öğretim materyallerinin bilimsel tartışma ortamına etkisini şu şekilde açıklamıştır: *“İllüstrasyonlar öğrencilerin olaya bir bilim adamı gibi var olabileceklerini hissettiren bir ortam oluşmasını sağladı. Sınıf içi mükemmel bir bilimsel tartışma ortamı oluştu. Öğretmenin yönlendiriciliğiyle başlayan tartışma öğretmenin hayranlıkla seyrettiği bir ortamda devam etti ve öğretmen yönlendiriciliği gittikçe azaldı. Hatta sonraki derse*

*föylerde mevcut olan bir bilgi ancak bilim tarihinden örneklendirilmemiş bir durumu öğrenci kitaplardan araştırarak bir bilim tarihi kitabı elinde gelip arkadaşlarına sunmuştur. Bu durum uygulamanın verimli sonuçlar gösterdiğini gözler önüne sermiştir". Ayrıca bu tartışma ortamıyla ilgili gözlem ve düşüncelerini şu şekilde ifade edilmiştir: "Konu ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini yüzyıllar önce bilim insanlarının deneylerle, bilimsel verilerle elde etmeleri öğrenciler için mutluluk verici bir durumdu. Öğrencilerin farklı konuları işlerken bana bilim tarihinden örnekler vermeleri beni çok mutlu etti. Öğrencilerin düşüncelerini bilimsel tartışma içerisinde arkadaşlarının destekli olarak çürütmesi ardından yeni düşüncelere yönelmeleri ısrarla bilimsel tartışmayı sürdürmeleri kişisel gelişimlerini de olumlu yönde etkilemiştir."* Bu bağlamda bilim tarihi destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin ilgilerini çektiğini ve derse karşı motivasyonlarını arttırdığını ve bilimsel bir tartışma ortamının oluşmasına katkı sağladığını söyleyebiliriz.

Bilimsel konuların bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları ile tartışılarak verilmesi bilimsel bir tartışma ortamının oluşmasına ve bilim insanlarının da yanılabilceğine ve görüşlerine eleştirilerin getirilebileceğine bir zemin oluşturmuş olduğu anlaşılmaktadır: *"İllüstrasyonlar gayet etkileyiciydi. Güzeldiler. Katkı sağladı kesinlikle. Bilimsel tartışma ortamı oluştu, bilim insanlarının yanılabilir olması onlar yeni bir bakış açısı oluşturdu fen bilimlerinde."* Bilim tarihi illüstrasyonları ile öğrenciler faydasız ve önemsiz fikirlere sahip oldukları anlayışından kurtulacağı düşünülmektedir. Çünkü öğrenciler bu öğretim materyali ile kendi düşüncelerinin bu zamanda kabul edilen görüş olmasa da bir zamanlar değerli ve birçok bilim insanı tarafından ortaya atılmış, yıllarca savunulmuş ve değer verilmiş düşünceler olduğunu göreceklerdir. Böylece sınıf içi tartışmaya daha fazla istek duyacakları, düşüncelerini özgürce ifade edecekleri ve yeni fikirler üretmede daha istekli olacakları düşünülmektedir. Ders öğretmeninin bu düşünceleri destekleyen ifadeleri şu şekildedir: *"Hatta yanlış düşüncelerinden gurur duymuşlardır. Zamanında bilim adamları da benim gibi düşünmüşler algısıyla. Doğru kabul edilen bilgilere ulaşmaları ulaşılamaz bilim algılarını yok eden olumlu bir sonuçtur."* Sonuç olarak öğrencilerin bilimsel bir konu hakkında sahip oldukları görüşlerin yanı sıra olsa değerli olduğu imajının ortaya çıkmasına ve öğrencileri için bilimin ulaşılmazlık statüsünden uzaklaşmasına katkı sağladığı söylenebilir. Aynı zamanda bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin

kendilerini bir bilim insanı yerine koymasına olanak sağladığını ve bilim insanlarının da yanılabilceğini ya da doğru olarak kabul edilen bilimsel bilgilerin değışebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin bilim imajlarını geliştirmede faydalı bir araç olarak kullanılabilceğini söyleyebiliriz. Ayrıca bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonlarının birbirlerini tamamladığı ve birlikte kullanılması gerektiği ders öğretmeni tarafından ifade edilmiştir: *“İkisi de oldukça etkili ve birbirini destekleyen materyallerdir. İkisi de etkilidir birlikte kullanılmalıdır. illüstrasyonlar bilim adamlarının da yanılabilceğini ya da düşüncelerini değıştirebileceklerini gözler önüne seren önemli kaynaklardır.”*

Bilim tarihi destekli öğretim materyali öğrencilerin bilimin tarihsel gelişimini merak etmelerini sağlamış ve öğrencileri bilimsel bir konunun tarihsel gelişimini araştırmaya sevk etmiştir. Bilimin tarihsel gelişimi ise bilim ve bilimin doğası anlayışlarının gelişmesi hususunda son derece önemli bir konudur. Ders kitaplarında genellikle bilimin sadece gelinen son noktaya vurgu yapılmakta ve bilimsel süreçten haber verilmemektedir. Bu durum ise öğrencilerde bilimin mutlak ve kesin bir yapısının olduğu algısını oluşturmaktadır. Bu çalışma sürecinde hazırlanan bilim tarihi illüstrasyonları bilimin tarihsel gelişim sürecini bir arada vermektedir. Örneğin, ders sürecinde bir öğrenci bilim tarihi illüstrasyonlarını işaret ederek Aristoteles’in görüşünün bugün kabul edilmese de M.Ö. 384-322 yıllarından Newton’a kadar yani 1642-1727 yıllarına kadar doğru olarak kabul edildiğini ve bu görüşünde önemli ve değerli olduğunu dile getirmiştir. Bu bağlamda bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin bilimin gelişim sürecini inceleyebilmelerine ve yorumlayabilmelerine olanak sağladığını söyleyebiliriz.

Bilim tarihi destekli öğretim materyallerinin öğrencilere farklı bir bakış açısı sunmada ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede etkili birer araç oldukları ifade edilmiştir: *“Materyaller öğrencilerde beklenen bilimin doğası anlayışını kazandırdı. Ayrıca materyaller öğrencilere farklı bir bakış açısı sunmaktadır.”* Bu öğretim materyallerinin uygulanmasında bilimin doğası anlayışlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bilim tarihinin etkin faydalarından yararlanabilmek için bilimin doğası bağlamında ele alınması gerekmektedir. Ders öğretmeni de bu konu hakkındaki düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir: *“Kesinlikle. Bilim tarihi, bilimin*

*doğası hakkında bilgi sahibi olmayan bir birey için ister öğrenci olsun ister öğretmen pek ilgi çekici olmayabilir. Bilimin doğası konusundaki yeterliliğim bilim tarihi entegre edilmiş ders materyaline ilgimi arttırdı dolayısıyla dersin öğrenciler üzerinde olumlu etkiler bırakmasını sağladı.”*

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin bilimsel tartışma ortamına zemin hazırladığı ancak bilimsel tartışmaların uzun sürmesinden dolayı zaman sorunu yaşandığı ve uygulamada sınırlandırmaya gidildiği ders gözlemlerinden ve ders öğretmeni ile yapılan görüşmelerden belirlenmiştir. Ders öğretmeni bu durumla ilgili düşüncelerini şu şekilde ifade edilmiştir: “*Konu yoğunluğu dersi işlemem için ayırabileceğim mevcut zaman dilimine göre fazla geldi. Daha çok bilimsel tartışma yapmak istedi öğrenciler sınırlandırmak zorunda kaldık.*” Bu bağlamda bilim tarih destekli öğretim materyallerinin uygulandığı ders ortamlarında ders süresinin arttırılması gerekli görülmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek amacıyla ışık ünitesi bağlamında bilim tarihi destekli öğretim materyali hazırlanmıştır. Bu öğretim materyalinin çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları anlayışlara etkisini test edebilmek için ilk-son anket ve mülakat çalışmaları yapılmıştır. Bunlara ilaveten etkinliklerin uygulama süreci, ses kaydı ve öğretmen mülakatına bağlı olarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bir önceki bölümde araştırmada ulaşılan bulgular, çalışmanın alt problemlerine cevap olabilecek şekilde tartışılmıştır. Bu bölümde ise araştırmada elde edilen bulgulardan ortaya çıkan sonuçlar sunulmuştur.

### 5.1. Materyallerin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışları Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin %15'i bilimin kesin olmayan unsuruyla ilgili "yeterli" görüşlere sahipken, bu oran çalışmanın sonunda %55'e çıkmıştır. Öğrencilerin bilimsel bilginin değişebilir bir yapısı olduğunu ve bu değişimin nasıl gerçekleştiğini anlamalarında bilim tarihinin "keşif bağlamı" içinde ele alınması etkili olabilir. Keşif bağlamı içinde öğretim materyalinde bilimsel bilgilerin bilim insanlarınca nasıl ortaya konduğuna, bilim insanlarının görüşlerini nasıl desteklediklerine, bu görüşlerin hangi durumlarda yetersiz kaldığına ve değişime uğradığına bilim tarihinden örnekler ile yer verilmiştir. Ayrıca bu sonuca ulaşmada bilim tarihinin "ardışık zıtlıklar" biçiminde ele alınarak bilim insanlarının aynı olgular için farklı fikirlerinin verilmesi de etkili olabilir.

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin %5'i bilimin deneysel unsuruyla ilgili "yeterli" görüşlere sahipken, bu oran çalışmanın sonunda %40'a çıkmıştır. Çalışmanın sonunda öğrenciler, deneysel çalışmaların bilimsel bir veri/delil toplamak, böylece bilimsel bilgi üretmek ve savunulan görüşü kanıtlamak ve desteklemek amacıyla yapıldığını düşünmektedirler. Bu şekilde öğrencilerin bilimin deneysel unsuruyla ilgili yeterli anlayışlar geliştirmesinde "epistemolojik düzey" in, "yöntem" ve "yöntem-bilim" alt düzeylerinin etkisi olabilir. Öğretim materyalinde görme olayının nasıl gerçekleştiği

ve renklerin oluşumuyla ilgili yöntem alt düzeyinde bilim insanlarının kullandıkları yöntemler ele alınmıştır. Yöntem-bilim alt düzeyinde ise “ardışık zıtlıklar” biçiminden faydalanılarak bilimde tek bir bakış açısının değil farklı bakış açılarının olduğu yansıtılmış ve öğrencilerin de bakış açılarını dâhil edebilecek bir sorgulama ortamı oluşturulmuştur. Ayrıca ders kitaplarındaki deney tasarımları yeniden düzenlenerek öğrencilerin yaptıkları deneylerden gözlem ve çıkarımlarını ele alabileceği alanlar oluşturulmuş ve öğrencilerin yaptıkları bu deneyler ile ne gibi sonuçlara varabilecekleri sınıfça tartışılmış olması etkili olabilir.

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin hiç biri bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuruyla ilgili “yeterli” görüşlere sahip değilken, çalışmanın sonunda öğrencilerin %50’si “yeterli” görüşlere sahip olmuşlardır. Çalışmanın sonunda öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılık özelliklerini kullanarak araştırma konularını belirlediklerini, farklı deneyler tasarladıklarını ve deneylerden elde ettikleri verileri yorumladıklarını ifade etmişlerdir. Bu sonuca ulaşmada “kısa hikâye biçimi”nde Aristoteles ve Newton’un renklerin oluşumuyla ilgili çalışmalarından bahsedilmesi etkili olabilir. Derste Newton’un Aristoteles’in görüşünü çürütmek ve kendi düşüncesini desteklemek amacıyla tasarladığı deney düzenekleri verilmiştir. Öğrencilerden bu deneylerin tasarlanmasında hayal gücü ve yaratıcılığın ne kadar etkili olduğu ve Newton’un tasarladığı bu deneyleri herkesin yapıp yapamayacağı sorulmuştur. Aristoteles ve Newton tarafından yapılan deneyde bu iki bilim insanının nasıl farklı sonuçlara ulaştıkları sorgulayıcı bir yaklaşımla verilmiş hayal gücü ve yaratıcılığın etkisi tartışılmıştır.

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin %5’i bilimin çıkarıma dayalı unsuruyla ilgili “yeterli” görüşlere sahipken, bu oran çalışmanın sonunda %40’a çıkmıştır. Çalışma sonunda öğrenciler, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanarak bilimsel verileri farklı bir bakış açısıyla ele aldıklarını ve yorumladıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler bilim insanlarının yaptıkları bilimsel çalışmalar sonucu elde ettikleri verilerden farklı sonuçlara ulaşabileceklerini düşünmektedirler. Bu sonuca ulaşmada “epistemolojik düzey”in “yöntem-bilim” alt düzeyinde bilim insanlarının yaptıkları deneylere, elde ettikleri verilere ve farklı çıkarımlara vurgu yapılarak sorgulama ortamının oluşturulması etkili olabilir. Bilim insanlarının farklı

çıkarımlarının veriler ile uyumlu olup olmadığı öğrenciler tarafından tartışılmış ve değerlendirilmiştir. Böylece öğrenciler aynı verilerin farklı şekillerde yorumlanabileceğini farklı sonuçlara ulaşabileceğini kavramışlardır.

Bilimin doğasının unsurları arasında sıkı bir ilişkinin olduğu ve öğrencilerin bu unsurlarla ilgili anlayışlarının birbirlerini etkilediği anlaşılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde en temel unsur olarak bilimsel çalışmalarda yapılan deney ve gözlemlerin ne amaçla yapıldığının anlaşılması olduğu düşünülmektedir. Deney ve gözlemlerin ne amaçla yapıldığını anlayamayan öğrenciler, deney ve gözlemleri birer ispat olarak görmekte ve bu çalışma sonucunda elde edilen verileri birer sonuç olarak yorumlamaktadırlar. Deney ve gözlem sonucu elde edilen verileri birer sonuç olarak gören öğrenciler bu sonuçların hiçbirinde hayal gücü ve yaratıcılığın, insanların dini anlayışlarının ve kültürel değerlerinin hiçbir etkisi olamayacağını düşünmektedirler. Böylece hatasız ve eksiksiz yapılan bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen bilimsel bilgilerin bir değişime maruz kalmayacağını düşünmektedirler. Bu bakımda öğrencilere bilimin kesin olmayan unsurunu öğretebilmek için sadece bilimsel bilgideki değişimin kronolojik olarak verilmesi yeterli görülmemektedir. Bilimin kesin olmayan unsurunun “yeterli” bir düzeyde anlaşılması bilimin diğer unsurlarının “yeterli” bir düzeyde anlaşılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bilimin doğası anlayışları geliştirilmek istenen bireylere bilimin amacını yani ne amaçla yapıldığının öğretilmesi gerekmektedir. Bu amaçla bireylere bilimin doğada gerçekleşen olayları anlaşılır kılmaya çalıştığını ve bilimsel bilgilerin doğada var olan sistem ile uyumlu olduğu durumlarda doğru olarak kabul edilebileceği öğretilmelidir.

## **5.2. Bilim Tarihi Destekli Öğretim Materyalinin Sınıf İçi Öğretime Etkisinin Değerlendirilmesi**

Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisi bir önceki bölümde ele alınmıştır. Bu bölümde ise bu materyalin sınıf içi öğretime etkileri maddeler halinde değerlendirilmeye çalışılacaktır.

1. Bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin bilimin gelişim sürecini inceleyebilmelerine ve yorumlayabilmelerine olanak sağlamıştır.
2. Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin ve bu materyali görsel olarak destekleyen bilim tarihi illüstrasyonlarının öğrencilerin ilgisini çekmiş ve bilimin doğası unsurları üzerinde düşüncelerine fırsat sağlamıştır. Bilim tarihinin gelişimsel sürecinin ele alınması, farklı fikirlerin öne sürülmesi ve illüstrasyonların görsel olarak bu süreci yansıtmalarının etkisi olabilir.
3. Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin öğrencilere farklı bir bakış açısı sunmaya, öğrencilerin bir konuyla ilgili fikirlerini açıklamaya ve derse karşı motivasyonlarını arttırmaya yardımcı olduğu belirlenmiştir. Materyalde bilimsel bir konuyla ilgili bilim insanlarının çeşitli görüşlerinin yer alması öğrencilerde farklı bakış açılarının gelişmesine yardımcı olmuş olabilir. Ayrıca bilimsel bir konuyla ilgili bu farklı görüşlerin bugün kabul edilmese bile bir bilim insanı tarafından söylenmiş olması öğrencilerin kendi düşüncelerinin yanlış da olsa değerli olduğu imajını yansıtmaktadır. Böylece düşüncelerini değerli gören öğrenci bu düşüncelerini ifade etmeye çalışması olasıdır.
4. Bilim tarihi destekli öğretim materyalinin etkisiyle düşüncelerini değerli görüp sınıfta paylaşan öğrenciler bilimsel bir tartışma ortamı oluşturmaktadırlar. Savundukları düşünceyi desteklemek ve diğer görüşleri çürütmek amacıyla deliller getirmeye çalışmaktadırlar. Bilimsel tartışma ortamının oluşmasında öğrencilerin düşüncelerini değerli görmeleri ve bu düşüncelere bilim insanlarının nasıl delil getirdiklerini görmeleri etkili olabilir.
5. Öğretim materyalinin bilimin tarihsel gelişim sürecini içermesi ve bilimsel tartışmaların yapılmasına kaynaklık etmesi bakımından mevcut programa göre yoğun bir içeriğe sahiptir. Bu bağlamında materyallerin uygulanmasında daha fazla süreye ihtiyaç duyulmuştur.



## 6. ÖNERİLER

Bu bölümde ilk önce 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek üzere gerçekleştirilen çalışma ile elde ulaşılan sonuçlara dayalı olarak öğretim programlarına, program geliştiricilere, öğretmenlere ve öğrencilere yönelik bazı öneriler sunulmuştur. İkinci bölümde ise araştırmacı, çalışmayı tasarlayıp uygularken yaşadığı deneyimleri açıklamış ve bilimin doğasının öğretimine yönelik çalışma yapmayı düşünen araştırmacılara bazı önerilerde bulunmuştur.

### 6.1. Ders Kitabı Yazarlarına Yönelik Yapılan Öneriler

1. Çalışmanın başlangıcında öğrencilerin bilimin doğası anlayışları incelenmiş ve çoğu öğrencinin bu anlayışlarının “değişken” ve “zayıf” olduğu sonucuna varılmıştır. Bu ise öğrenciler tarafından en çok kullanılan ders kitaplarının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirme noktasında yeterli bir şekilde etkili olmadığını göstermektedir. Bilim okur-yazarlığının önemli bir unsuru olan bilimin doğasının öğrenciler tarafından anlaşılması için öncelikle öğretim programlarının bilimin doğasını bilişsel bir öğrenme hedefi olarak ele alması ve ders kitaplarının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirilebilecek şekilde zenginleştirilmesine ihtiyaç vardır.
2. Bilim okur-yazarı olması hedeflenen öğrencilerin bilimin doğası anlayışları yanında bilim ve bilim insanı imajlarının da önemli bir etkisi olduğu bu çalışmada ifade edilmiştir. Bu sebeple ders kitaplarının bu unsurlar tarafından yeterli bir hale getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak ders kitapları bilimin doğası unsurları ve bilim insanı imajları açısından yeterli bir düzeyde yeterince yer verilmediği bu sebeple öğrencilerin bu anlayış ve imajlarında bir gelişme olmadığı yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu anlayışlarını ve imajlarını düzenlemek amacıyla öğretim materyallerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Öğretim programlarındaki kazanım yoğunluğu da göze alındığında kavram öğretimi, bilimin doğası ve bilim ve bilim insanı imajlarını bir arada bulunduran bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonlarının kullanılması etkili ve kullanışlı bir yol

olarak görülmektedir. Bu bağlamda ders kitaplarının bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları ile desteklenmesi gerekli görülmektedir.

3. Ders kitaplarında etkinlik adı altında yapılan deney tasarımları bilimin doğası açısından gözden geçirilmeli ve yeniden tasarlanmalıdır. Öğrencilerin bilimin deneysel unsurunu ve gözlem ile çıkarım arasındaki farkı anlamalarına yardımcı olmak amacıyla deney tasarımlarına “gözlemlerim” ve “çıkarımlarım” gibi başlıklı bölümler eklenmelidir.
4. Bilim tarihi öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde, bilim ve bilim insanı imajı oluşturmasında, derslere karşı ilgilerinin artmasında ve kavramları öğrenmesinde etkili bir araçtır. Ancak bilim tarihi kaynakları ders ile ilişkilendirilemeyecek kadar kompleks bir yapıya sahiptir (Şeker, 2012). Bilim tarihinin potansiyel faydalarından yararlanıla bilinmesi için kaynakların dersin içeriği ile ilişkilendirilebilecek düzeye getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ulusal/uluslararası literatürde yer almayan bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları hazırlanmıştır. Bu materyaller derslerde kullanılmalı, ders kitaplarına entegre edilmelidir. Ayrıca farklı konu bağlamlarında etkililiği ve kullanışlılığı tespit edilmiş materyaller tasarlanarak birçok fen kavramı ile bilimin doğası unsurları kaynaştırılmalıdır.

## **6.2. Ders Öğretmenlerine Yönelik Yapılan Öneriler**

1. Öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışları aldıkları eğitimin bir yansımasıdır. Bu anlayışlar uzunca bir süreç içerisinde öğrenciler tarafından içselleştirildiği gibi düzenlenebilmesi için de uzunca bir sürece ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç içerisinde öğrencilerin aktif olarak katıldığı ve bilimsel bilgilere eleştirel bir bakış açısıyla bakabileceği bilimsel bir tartışma ortamının sağlanması gerekli görülmektedir. Öğrencilerin kendilerini bir bilim insanı yerine koymasına ve bilim insanların da yanılabilmesi ya da kabul edilen bilimsel bilgilerin değişebileceği anlayışının oluşmasına olanak sağlayan bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları kullanılarak sınıf içi bilimsel tartışma ortamlarının oluşması sağlanabilir.

2. Bilimin doğasının unsurları arasında sıkı bir ilişkinin olduğu ve öğrencilerin bu unsurlarla ilgili anlayışlarının birbirlerini etkilediği anlaşılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarının geliştirilmesinde en temel unsur olarak bilimin deneysel unsuru görülmektedir. Bu sebeple öğrencilere bilimsel çalışmalarda deney ve gözlemlerin ne amaçla yapıldığının öğretilmesi büyük önem taşımaktadır.
3. Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili yaklaşımlardan olan tarihsel yaklaşım, öğrencilerin hem bilimin doğası hem de bilimsel kavramları öğrenmesinde etkili olmaktadır. Öğrenciler fen kavramlarını öğrenmenin yanında bilimin tarihsel gelişim sürecinden haberdar olmakta ve böylece bilimin doğası anlayışlarını geliştirebilmektedirler. Bu bakımdan öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarının geliştirilmesinde “tarihsel yaklaşım” kullanılmalıdır.
4. Bilim tarihi içeriği tarih, felsefe ve sosyoloji gibi alanlar ile de ilişkili olduğu için öğretmenlerden beklenenler herhangi bir öğretim materyalinin kullanılması için beklenenlerden fazladır (Şeker, 2012). Bilim tarihini ders ile ilişkilendirebilmek ve öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirebilmek için öğretmenler, konu alan bilgisi yanında konuyla ilgili tarihsel gelişimi bilmeli ve bilimin doğasıyla ilgili güçlü bir bilgi yapısına sahip olmalıdır. Buradan hareketle öğretmenler aldıkları alan bilgisi eğitimi yanında bilimin tarihsel gelişimi ve bilimin doğası ile ilgili de eğitim almalıdırlar. Bu eğitim sürecinde bilim tarihi ve bilimin doğası birbirinden ayrı disiplinler olarak değil birlikte ele alınmalıdır. Böylece öğretmenlere bilim tarihinin, bilimin doğası ve konu alanı ile nasıl ilişkilendirilebileceği ve bunu hangi metotları kullanarak gerçekleştirebileceği ile ilgili eğitim verilmelidir.

### **6.3. Yeni Araştırmacılara Yönelik Öneriler**

1. Bu çalışmada öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek üzere 7. sınıf ışık ünitesi bağlamında bilim tarihi destekli öğretim materyali hazırlanmıştır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar bir ünite ve yaş düzeyi ile sınırlıdır. Bilim tarihi

hikâyeleri ve illüstrasyonları farklı öğretim kademelerinde ve diğer konu alanlarında hazırlanarak etkileri değerlendirilebilir.

2. Bu çalışmada hazırlanan bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları bir arada kullanılmış ve etkileri birlikte değerlendirilmiştir. Bilim tarihi hikâyeleri ve illüstrasyonları ayrı ayrı ele alınarak etkileri değerlendirilebilir.
3. Bilim tarihi illüstrasyonları öğrencilerin bilim ve bilim insanı imajları oluşturmada önemli bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Çünkü bu illüstrasyonlarda bilim insanlarının figür özelliklerinin yanı sıra “bilimsel bilgi ve çalışma” ve “bilim sürecine dâhil olma” ile ilgili unsurlara da yer verilmiştir. Farklı konu bağlamlarında bilim tarihi illüstrasyonları hazırlanarak öğrencilerin bilim ve bilim insanı imajlarındaki değişimler incelenebilir.
4. Bilim tarihi illüstrasyonlarında bir konuyla ilgili bilim insanlarının farklı görüşlerine yer verilmiştir. Öğrencilerin bu görüşleri sorgulamasına ve bir görüşü savunmasına fırsat sağlanmakta sınıf içi bilimsel bir tartışma ortamı oluşturulmaktadır. Öğrencilere fen kavramlarını öğretmek üzere geliştirilen materyallerden biriside kavram karikatürleridir. Kavram karikatürlerinde de bir konuyla ilgili çocuklar tarafından ifade edilen farklı düşünceler yer almaktadır. Ancak kavram karikatürlerinde bir konuyla ilgili tek bir doğru yer almakta diğer ifadeler bir kavram yanlışlığını veya doğru olmayan bir düşünceyi temsil etmektedir. Bu durumda öğrenciler kavram karikatürlerinde yanlış bir düşünceyi savunabilir ve düşüncelerini değersiz olarak görebilirler. Ancak bilim tarihi illüstrasyonlarında öğrenci hangi düşünceyi seçerse seçsin bilim toplumu tarafından doğru kabul edilmiş bir düşünceyi savunabilecek ve düşüncesine değer verebilecektir. Bu durumun öğrencilerin bir konu hakkında ki düşüncelerini ortaya çıkarmada, sınıf içi bir tartışma ortamı oluşturmada ve kavramların öğrenilmesinde farklı etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda bilim tarihi illüstrasyonları ile kavram karikatürlerinin etkileri karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılabilir.

5. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını belirleyebilmek amacıyla anket ve mülakat gibi veri toplama araçları kullanılmaktadır. Bu çalışmada bu araçların yanın da bilim tarihi illüstrasyonu destekli çalışma yaprakları kullanılmıştır. Öğrencilerin çalışma yapraklarına bilimin doğası görüşleri anketi gibi diğer ölçme araçlarına daha detaylı bir şekilde düşüncelerini ifade ettikleri dikkat çekmiştir. Bu alanla ilgili yapılan çalışmalarda bilim tarihi illüstrasyonu destekli çalışma yaprakları kullanılarak öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlayışları daha detaylı bir şekilde incelenebilir.
  
6. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede doğrudan yansıtıcı yaklaşımın kullanıldığı çalışmaların çoğunda Lederman ve Abd-El-Khalick tarafından hazırlanan (Küpler, Gizemli Kutu, Hileli İzler vb.) etkinlikleri ve tarihsel yaklaşımının kullanıldığı çalışmalarda ise bilim tarihi metnlerinin kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalarda tarihsel ve doğrudan yansıtıcı yaklaşımların daha etkili sonuçlar verebilmesini sağlamak amacıyla bilim tarihi illüstrasyonları kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- AAAS., 1991.** American Association for the Advancement of Science, Science for All Americans. Oxford University Press, Edition: 2, ISBN: 978-0195067712, 272 p.
- Abd-El-Khalick, F., 2002.** Rutherford's Enlarged: A Content-Embedded Activity to Teach about Nature of Science. *Physics Education*, 37(1), 64-68.
- Abd-El-Khalick, F. and Boujaoude. S., 1997.** An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N.G., 2000a.** Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N.G., 2000b.** The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Lederman, N. G., 1998.** The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Abell, S., Martini, M. ve George, M., 2001.** 'That's what scientists have to do: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1095-1109.
- Akerson, V.L. and Abd-El-Khalick, F.S., 2000.** Improving Pre-Service Elementary Teachers' Conceptions of the Nature of Science Using a Conceptual Change Teaching Approach. *International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, Akron, Ohio.
- Akerson, V.L., Abd-El-Khalick, F., and Lederman, N.G., 2000.** Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 295-317.
- Alexander, D., 2010.** 21. Yüzyılda Din ve Bilim: Matrisi Yeniden Oluşturmak. Yeni Yaşam Yayınları, Baskı No: 1, ISBN: 9789759062705, 589 s., Şimşek, C. (Ç. Ed.).
- Aslan, O., 2009.** Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşleri ve Bu Görüşlerin Sınıf Uygulamalarına Yansımaları. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 256 s.

- Atasoy, Ş., 2008.** Öğretmen Adaylarının Newton'un Hareket Kanunları Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Etkililiğinin Araştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 242 s.
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A.R., 2006.** Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Uygun Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Uygulama Sürecinin Değerlendirilmesi. Milli Eğitim Dergisi, 170, 157-175.
- Ayvacı, H.Ş., 2007.** Bilimin Doğasının Sınıf Öğretmeni Adaylarına Kütle Çekim Konusu İçerisinde Farklı Yaklaşımlarla Öğretilmesine Yönelik Bir Çalışma. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 192s.
- Bell, R.L., Lederman, N.G. and Abd-El-Khalick, F., 2000.** Developing and Acting upon One's Conception of the Nature of Science: A Follow-Up Study. Journal of Research in Science Teaching, 37(6), 563-581.
- Bora, N.D., 2005.** Türkiye Geneline Ortaöğretim Fen Branşı Öğretmen ve Öğrencilerinin Bilimin Doğası Üzerine Görüşlerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 386 s.
- Brush, S.G., 1989.** History of science and science education. Interchange, 20(2), 60-70.
- Can, B., 2008.** İlköğretim Öğrencilerinin Bilimin Doğası İle İlgili Anlayışlarını Etkileyen Faktörler. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 273 s.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. and Unger, C., 1989.** An Experiment Is When You Try It and See If It Works: A Study Of Grade 7 Students' Understanding of The Construction of Scientific Knowledge. International Journal of Science Education, 11, 514-529.
- Clough, M.P., 2006.** Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. Science & Education, 15(5), 463-494.
- Conant, J., 1957.** Harvard Case Histories in Experimental Science. Harvard University Press, Edition: 1, ISBN: 978-0674374003, 664 p.
- Costa da Silva, P., R., Correia, P., R. and Infante-Malachias, M., E., 2009.** Charles Darwin goes to School: the Role of Cartoons and Narrative in Setting Science in An Historical Context. Journal of Biologhy Education, 43(4), 175-180.
- Coştu, B., Karataş, F.Ö. ve Ayas, A., 2003.** Kavram Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanılması. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(14), 33-48.
- Craft, J.L. and Miller, J.S., 2007.** Unlocking the Atom. Science Teacher, 74(2), 24-29.

- Çelikdemir, M., 2006.** Examining Middle School Students' Understanding of the Nature of Science. Master's Thesis. Middle East Technical University, Ankara, Türkiye, 94 p.
- Çil, E., 2010.** Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Pedagojisi ve Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım İle Öğretilmesi: Işık Ünitesi Örneği. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 439 s.
- Deve, F. ve Küçük, M., 2012.** Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarında Yer Alan Bilim İnsanı İmajlarının Tanımlanması. 11. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Rize, 24-16 Mayıs 2012.
- Dotger, S., 2006.** Cognitive and Developmental Components of Understand The Nature of Science, Phd. Thesis, North Caroline State University, North Caroline.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. and Scott, P., 1996.** Young People's Images of Science. Open University Press, Edition: 1, ISBN: 0-335-19381-1, 185 p.
- Erdoğan, R., 2004.** Investigation of the Presevice Science Teachers' Wiefs on Nature of Science. Master Thesis, Unpublished Middle East Technical University, Ankara, Türkiye, 135 p.
- Galili, I. and Hazan, A., 2000.** Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis. International Journal of Science Education, 22(1), 57-88.
- Galili, I. and Lavrik, V., 1998.** Flux Concept in Learning about Light: A Critique of the Present Situation. Culture and Comparative Studies, 591-613.
- Gallagher, J.J., 1991.** Prospective and prating secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. Science Education, 75(1), 121-133.
- Gücüm, B., 2000.** Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yapısını Anlama Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Gümüş, B.Ş., 2009.** Bilimsel Öykülerle Fen ve Teknoloji Eğitiminin Öğrencilerin Fen Tutumlarına ve Bilim İnsanı İmajlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 98 s.
- Güney B.G. ve Şeker, H., 2012.** Bilim Kültürü ile Empati Kurulmasında Bilim Tarihinin Kültürel Araç Olarak Kullanımı. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12(1), 523-539.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Mavi, A., 2004.** Bilimin Doğasının Öğretimi İçin İlginç Bir Konu: Gravitasyon. Milli Eğitim Dergisi, 162.
- Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M., 2005.** Bilimin Doğası ve Yüksek Öğrenim Öğrencilerinin Bilimin Doğasına Dair Düşünceleri. Milli Eğitim Dergisi, 166.



- Griffiths, A. K. and Barman, C.R., 1992.** A Multinational Study of Secondary School Students' Views of the Nature of Science, Paper Present To The Seventy-Third Annual Conference Of The American Educational Research Association, April, San Francisco.
- Griffiths, A.K. and Barman, C.R., 1995.** High School Students' Views about the Nature of Science: Results from Three Countries. *School Science and Mathematics*, 95, 248-255.
- Griffiths, A.K. and Barry, M., 1993.** High School Students' Views about the NOS. *School Science and Mathematics*, 93(1), 35-37.
- Heisenberg, W., 1968.** Çağdaş Fizikte Doğa. Çan yayınları, ISBN: 978-0837131078, 88 s., Günyol, V. ve Duru, O. (Ç. Ed.).
- Holton, G., Rutherford, F.J., and Watson, F.G., 1970.** The Project physics course. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Howe, E.M., 2003.** Using History of Research on Sickle Cell Anemia to Affect Preservice Teachers' Conceptions of Nature of Science, Association for the Education of Teachers in Science, International Conference, St. Louis, MO, February.
- Irwin, A.R., 2000.** Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context. *Science Education*, 84, 5-26.
- İrez, S., 2004.** Turkish Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About The Nature of Science and Conceptualisations of Science Education, Phd. Thesis, University of Nottingham, Nottingham.
- İrez, S., 2006.** Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About Nature of Science. *Science Education*, 90(6), 1113-1143.
- Kahraman, B., 2013.** Genel Kimya Ders Kitaplarında "Kuantum Sayıları" Konusunun Sunumu: Bilim Tarihi ve Felsefesi Açısından Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 110 s.
- Kang, S., Scharman, L.C. and Noh, T., 2005.** Examining Students' Views on The Nature of Science: Result From Korean 6th, 8th and 10th Graders. *Science Education*, 89, 314-334.
- Kaya, O.N., 2005.** Tartışma Teorisine Dayalı Öğretim Yaklaşımının Öğrencilerin Maddenin Tanecikli Yapısı Konusundaki Başarılarına ve Bilimin Doğası Hakkındaki Kavramlarına Etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 312 s.

- Khishfe, R. and Abd-El-Khalick, F., 2002.** Influence of Explicit and Reflective Versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R.F., 2004.** Relationship between Students' Understandings of Nature of Science And Instructional Context. Phd Thesis, Graduate College of The Illinois Institute of Technology. Chicago, Illinois.
- Khishfe, R. and Lederman, N., 2006.** Teaching Nature of Science within a Controversial Topic: Integrated versus Nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya, C., 2005.** Ninth Grade Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 127-133.
- Kılıç, F., 2010.** Ortaöğretim Kimya Ders Kitaplarında Atom Teorilerinin Sunumunun Bilim Tarihi ve Felsefesi Açısından İncelenmesi ve Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 147s.
- Kınık, A., Muşlu, G. ve Macaroğlu-Akgül, E., 2004.** Çocuk Gözüyle Bilim ve Bilim Adamı. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Marmara Üniversitesi, 9-11 Eylül, İstanbul.
- Klopfer L.E., and Cooley W.W., 1963.** The History Science Cases for High School in the Development of Student Understanding of Science and Scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(1), 33-47.
- Kuhn, T., 2008.** Bilimsel Devrimlerin Yapısı. Kırmızı Yayınları, Baskı No: 8, ISBN: 9786055411565, 324 s., Kuyaş, N.(Ç. Ed.).
- Kurt, Ş., 2002.** Fizik Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 132 s.
- Küçük, M., 2006.** Bilimin Doğasını İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerine Öğretmeye Yönelik Bir Çalışma. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon Türkiye, 315 s.
- Küçük, M. ve Çepni, S., 2006.** İlköğretim Öğrencilerinin Bilimin Doğası Hakkında Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi. VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Küçükoğuz, F.E., 2011.** Exploring Representation of Nature of Science Aspects in 9th Grade Chemistry Textbooks. Master's Thesis. Middle East Technical University, Ankara, Türkiye, 70 p.

- Laçin Şimşek, C., 2009.** Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programları ve Kitapları Bilim Tarihinden Ne Kadar ve Nasıl Yararlanıyor? İlköğretim Online Dergisi, 8(1), 129-145.
- Langone, J., Stutz, B. ve Gizopoulos, A., 2010.** Sayıların İcadından Sicim Teorisine Bilimin 4000 Yıllık Resimli Serüveni. NTV Yayınları, Baskı No: 2, ISBN: 9756690932, 408 s., Akın, D. (Ç. Ed.).
- Lederman, N.G., 1992.** Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. Journal of Research in Science Teaching, 29(4), 331-359.
- Lin, H. and Chen, C., 2002.** Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. Journal of Research in Science Teaching, 39(9), 773-792.
- Liu, S. and Lederman, N.G., 2002.** Taiwanese Gifted Students' Views of Nature of Science. School Science and Mathematics, 102(3), 114-123.
- Matthews, MR., 1994.** Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science. Routledge, Edition: 1, ISBN: 978-0415908993, 287 p.
- Marx, J., Mian, S. and Pagonis, V., 2004.** Attitudes of Undergraduate General Science Students Toward Learning Science and the Nature of Science, Physics Education Research Conference, August 4-5, California State University, Sacramento.
- McComas, W.F., 1996.** Ten Myths Of Science: Reexamining What We Think We Know About The Nature of Science. School Science and Mathematics, 96, 10-16.
- McComas, W.F., 2000.** The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths (53-70), McComas, W.F. (Ed.) The Nature of Science in Science Education, Rationales and Strategies. Kluwer Academic Publishers, ISBN: 978-0-7923-5080-4, 398 p.
- McComas, W.F. and Olson, J.K., 2000.** International Science Education Standards Documents (s. 41-52), McComas, W.F. (Ed.), The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies. Kluwer Academic Publishers, ISBN: 978-0-7923-5080-4, 398 p.
- MEB, 2005.** İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- MEB, 2012a.** İlköğretim 7 Fen ve Teknoloji Ders Kitabı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- MEB, 2012b.** İlköğretim 7 Fen ve Teknoloji Öğrenci Çalışma Kitabı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.

- MEB, 2013.** İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Meichtry, Y. J., 1992.** Influencing Student Understanding of the Nature of Science: Data From A Case of Curriculum Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Monk, M. and Osborne, J., 1997.** Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Moss, D.M., Abrams, E.D. and Robb, J., 2001.** Examining Student Conception of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- Murcia, K. and Schibeci, R., 1999.** Primary Student Teachers' Conceptions of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1123-1140.
- NSTA, 1971.** National Science Teachers Association Position Statement on School Science Education for the '70s. *The Science Teacher*, 38, 46-51.
- NRC, National Research Council, 1996.** National Science Education Standards. National Academic Press, Edition: 2, ISBN: 978-0-309-05326-6, 272 p.
- Oyman, N.Y., 2002.** İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Anlayışlarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 64s.
- Özcan, M.B., 2009.** Tarihsel Yaklaşımın 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğasıyla İlgili Görüşlerini Geliştirmeye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu, Türkiye, 79s.
- Poincare, H., 1989.** Bilimin Değeri. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Baskı No: 4, ISBN: 9751100933, 253 s., Yücel, F. (Ç. Ed.).
- Roach, L.E. and Wandersee, J.H., 1995.** Putting People Back into Science: Using Historical Vignettes. *School Science and Mathematics*, 95(7), 365-370.
- Russell, T.L., 1981.** What History of Science, How Much And Why? *Science Education*, 65(1), 51-64.
- Ryan, A.G. and Aikenhead, G.S., 1992.** Students' Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76, 559-580.
- Sands, M. ve Özçelik, D.A., 1997.** Okullarda uygulama çalışmaları, öğretmen eğitimi dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

- Sarton, G., 1995.** Antik Bilim ve Modern Uygarlık. Gündoğan Yayınları, Baskı No: 1, ISBN: 9755201122, 150 s., Dosay, M. ve Demir, R. (Ç. Ed.).
- Seroglou, F., Koumaras P. and Tselfes, V., 1998.** History of Science and Instructional Design: The Case of Electromagnetism. Science Education, 7(3), 261-280.
- Solbes, J. and Traver, M., 2003.** Against A Negative Image of Science: History of Science and the Teaching of Physics and Chemistry. Science Education, 12(7), 703-717.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L. and Mccarthy, S., 1992.** Teaching about the Nature of Science through History: Action Research in the Classroom. Journal of Research in Science Teaching, 29, 409-421.
- Stinner, A., 1994.** The Story of Force: From Aristotle to Einstein. Physics Education, 29(2), 77-85.
- Stinner, A., 1995.** Contextual Settings, Science Stories, and Large Context Problems: Toward A More Humanistic Science Education. Science Education, 79 (5), 555-581.
- Stinner, A. and Williams, H., 1993.** Conceptual Change, History, and Science Stories. Interchange, 24(1-2), 87-103.
- Strauss, A. and Corbin, J.M, 1990.** Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. Sage Publications, Edition: 2, ISBN: 978-0803932517, 272 p.
- Ströker, E., 1990.** Bilim Kuramına Giriş. Ara Yayıncılık, Baskı No: 1, ISBN: 9789751022820, 163 s., Doğan, Ö. (Ç. Ed.).
- Şeker, H., and Welsh, L.C., 2006.** The Use of History of Mechanics in Teaching Motion and Force Units. Science Education, 15, 55-89.
- Şeker, H., 2012.** Bilim Tarihini Öğretimde Kullanma Modeli. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12(2), 1141-1158.
- Tao, P-K., 2003.** Eliciting And Developing Junior Secondary Students' Understanding of the Nature of Science Through Apeer Collaboration Instruction in Science Stories. International Journal of Science Education, 25(2), 147-171.
- Topçu, N., 2011.** Felefe. Dergâh Yayınları, Baskı No:4, ISBN: 9759955007, 132 s.
- Tüba, 2011.** Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü (Sosyal Bilimler). Türkiye Bilimler Akademisi, Baskı No:1, ISBN: 9789944252539, 1352 s.
- Url-1, 2015.** <http://ahmetatangrafiktasarim.blogspot.com.tr/2010/03/gelenekselden-dijitale-illustrasyon.html> (06.02. 2015).

- Yalvaç, B., Tekkaya, C., Çakıroğlu, J. ve Kahyaoğlu, E., 2007.** Turkish Pre-Service Science Teachers' Views on Science–Technology–Society Issues. *International Journal of Science Education*, 29(3), 331-348.
- Yıldırım, C., 2014.** Bilimin Öncüleri. Bilim ve Gelecek Kitaplığı, Baskı No: 5, ISBN: 978605500039, 204 s.
- Yıldız, S., 2013.** Lise Biyoloji Ders Kitaplarında Bilim Tarihi Kullanımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 155s.
- Yamak, Y., 2009.** Exploring Representation of Nature of Science Aspects in Science Textbooks. Master's Thesis. Middle East Technical University, Ankara, Türkiye, 201p.
- Yiğit, N., Akdeniz, A.R. ve Kurt, Ş., 2001.** Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 151-157.
- Yiğit, N. Alev, N., Akşan, P. ve Ursavaş, Ö.F., 2010.** İlköğretim Öğrencilerinin Bilimsel Bilgiye Ait Görüşleri. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 5(2), 596-613.
- YÖK, 1998.** Fakülte-Okul İşbirliği Kılavuzu, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Wandersee, J.H., 1992.** The Historicality of Cognition: Implications for Science Education Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 423-434.
- Welch, W.W., 1973.** Review of The Research and Evaluation Program of Harvard Project Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 10(4), 365-378.
- Wieder, W., 2006.** Science as Story Communicating The Nature of Science Through Historical Perspectives on Science. *The American Biology Teacher*, 68(4), 200-205.
- Wigan, M., 2012.** Görsel İllüstrasyon Sözlüğü. Literatür Yayınları, Baskı No:1, ISBN: 9789750405662, 288 s., Uslu, M.E., (Ç. Ed.).

## EKLER

Ek 1. Bilim Tarihi Destekli Işık Ünitesi Öğretim Materyali

# İLKÖĞRETİM

*FEN ve TEKNOLOJİ*

7

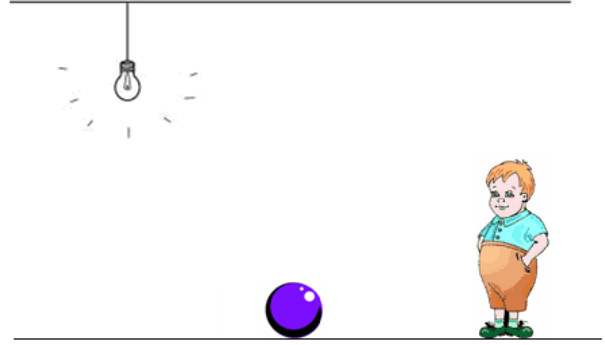
# DERS KİTABI

## Sınıfça Tartışınız.

1. Bilimsel bilgi nedir? Kimler tarafından ve nasıl elde edilir? Bildiğiniz bilim insanlarından örnekler veriniz.

## Cisimleri Nasıl Görürüz?

Çevremizdeki varlıkları gözlerimiz aracılığıyla görebilmekteyiz. Ancak bu görme olayının nasıl gerçekleştiği tarih boyunca birçok bilim insanının ilgisini çekmiştir. Hâlâ da çekmeye devam etmektedir. Bu sebeple bilim insanları görme olayının nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışmışlardır.

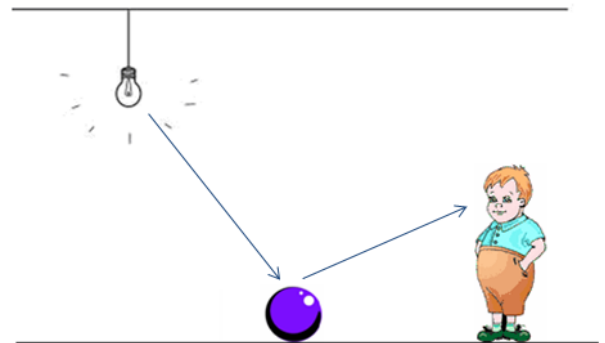


Şimdi, bizde görme olayının nasıl gerçekleştiğini anlamaya çalışalım. Gözlerimizi kapattığımızda ve ışığın hiç olmadığı bir yerde, örneğin zifiri karanlıkta görebiliyor muyuz? Işığın görme olayındaki rolü nedir? Işığın olmadığı bir yerde görme olayının gerçekleşmesi beklenebilir mi? Görme olayının nasıl gerçekleştiğini açıklamak için çalışma kitabındaki etkinliği yapınız.

E.1  
s.1

Yaptığınız etkinlikte görme olayının gerçekleşmesinde ışığın rolüyle ilgili görüşlerinizi çizerek belirttiniz. Bilim tarihine baktığımızda da bilim insanları göz ile nesne arasındaki bağlantıyı ışığın sağladığını kabul etmişlerdir. Yani bilim insanları ışık olmazsa görme olayının gerçekleşmeyeceği konusunda ortak fikre sahiptirler.

Etkinlik-1’de görme olayında ışığın izlediği yolla ilgili yapılan çizimlerde ışığın, lambadan çıkıp önce cisme sonra oradan da göze geldiğini belirtenler olmuştur. Yandaki şekilde gösterilen bu görüşü inceleyelim.



Sizce ışık bu şekilde mi hareket etmektedir? Örneğin, ışığın bu şekilde hareket ettiğini gördünüz mü? Eğer görmediyseniz bu çizimi nasıl yaptınız? Acaba insanlar göremedikleri şeyler hakkında da çizimler yapıyor olabilir mi? Örneğin ders kitabınızda atom modeliyle ilgili çizimi görmüşsünüzdür. Bilim insanları zannedildiğinin



aksine atomun yapısını çıplak gözle ya da yüksek kapasiteli mikroskoplarla görmemişlerdir. Yalnızca atom üzerinde bir takım deneyler yapmış ve elde ettikleri verilerden hareketle atomun yapısının öyle olduğunu düşünmüşlerdir. Demek ki bazen doğrudan gözlenemeyen şeyler üzerinde yapılan deneyler ve elde edilen veriler kullanılarak da açıklama yapılabilir.

Işığın bu şekilde hareket ettiğini destekleyebilecek bir deliliniz var mıdır?

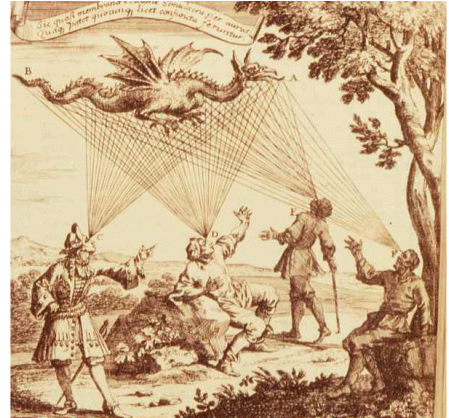
Işığın hareket yönüyle ilgili sahip olduğunuz bu görüş tarihte de birçok bilim insanı tarafından kabul edilmiştir. Yani bu bilim insanlarına göre görme olayı, cisimlerden çıkan ışınların göze ulaşmasıyla gerçekleşmektedir. Bu görüşü ilk olarak ifade eden bilim insanları ise Demokritos ve Empodokles'tir.

Bu görüşe göre ışık kaynağı olan güneşten ışınlar önce bir maddenin her tarafına oradan da yansıyarak gözbebeğinden içeri girmektedir. Bu yolla maddenin tamamını görmekteyiz. Bu açıklama sizin için yeterli midir? Eğer görme olayının bu şekilde gerçekleştiğini düşünüyorsanız büyük bir dağ ya da benzeri bir varlığın görüntüsü son derece küçük olan göz bebeğinden içeriye nasıl girmektedir?

Bu problemin çözümüyle ilgili bir fikriniz var mı? Sadece sahip olduğunuz bilgilerle bu problemi çözebildiniz mi? Demokritos ve Empodokles gibi bilim insanları bu problemi cevaplandıramamışlardır!

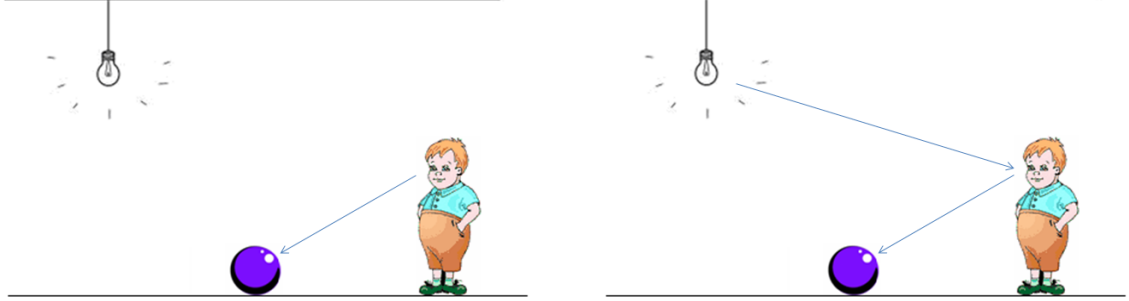
Peki, siz buna benzer bir şekilde günlük yaşamda sahip olduğunuz bir görüş karşılaştığınız olayı açıklayamıyorsa ne yaparsınız? Örneğin bütün kuşlar uçar fikrine sahipken uçmayan bir kuş gördüğünüzde ne yaparsınız? (Penguenler ve deve kuşları en iyi bilinen uçamayan kuşlardır.) Hâlâ bütün kuşlar uçar fikrini savunur musunuz? Yoksa bu düşüncenizden uzaklaşır mısınız? Aynı şekilde büyük bir dağın görüntüsünün küçük bir gözde nasıl oluştuğu açıklanamadığından dolayı Demokritos ve Empodokles'in görme olayıyla ilgili bu görüşü o yıllarda kabul görmemiş ve terk edilmiştir.

Sizce Demokritos gibi bilim insanlarının cevabını açıklayamadığı bu problemi açıklayabilecek yeni bir görüş geliştirilmelidir? Sizin böyle dağ gibi büyük varlıkların nasıl görüldüğünü açıklayabilecek bir görüşünüz var mı? Görme olayı, gözden çıkan ışığın cisimlere ulaşip, cismin görüntüsünü göze getirmesiyle açıklanabilir mi? Bu görüş dağ gibi varlıkların görüntüsünün gözde nasıl oluştuğunu açıklayabilir mi?



Alkmeon ve Platon gibi bilim insanları böyle büyük bir dağ ve benzeri nesnelere gözümüzden çıkan ışınlar sayesinde görüldüğünü ifade etmişlerdir. Bu görüş zamanla

daha çok kabul görmeye başlamıştır. Hatta ışığın gözden çıktığı görüşü hem antikçağda hem de İslam dünyasında taraftar bulmuştur. Antikçağda bu görüşü savunanlar Öklid ve Batlamyus'tur. İslam dünyasında ise Öklid'in açıklamalarını temel alan el-Kindi de ışığın gözden çıktığını savunmuştur.

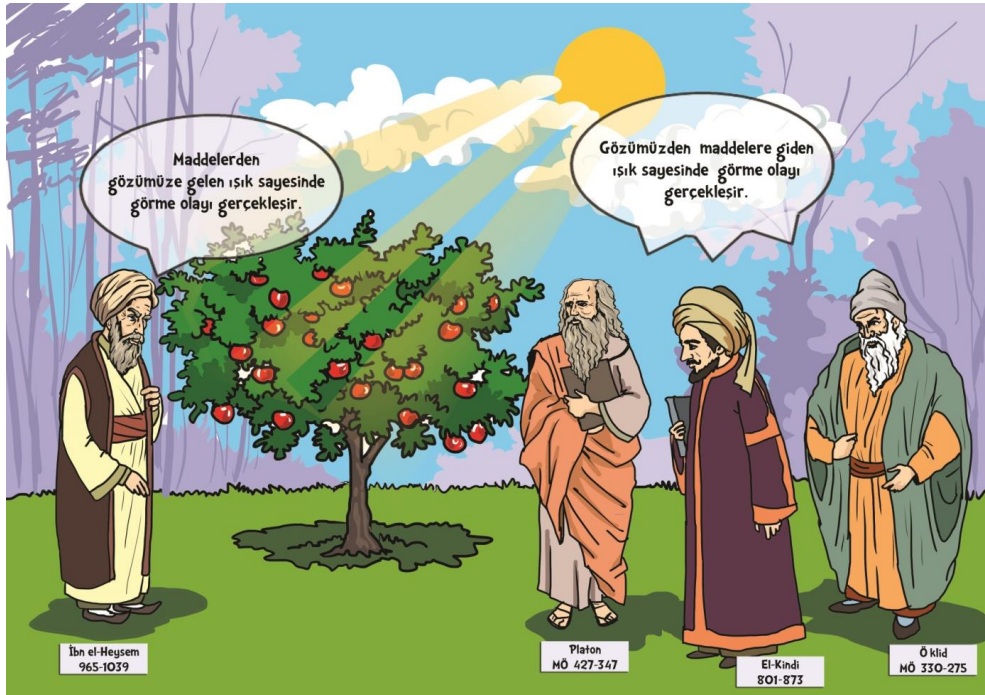


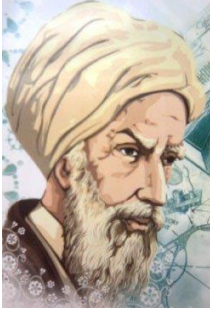
Bir kısmınız Etkinlik-1'deki çizimlerinde Platon, Batlamyus, Öklid ve el-Kindi gibi görme olayının gözden çıkan ışıkların maddelere ulaşmasıyla gerçekleştiğini belirtmiş olabilir. Işığın bu şekilde hareket ettiğine dair bir deliliniz var mı?

Işığın gözden çıktığını düşünüyorsanız o zaman aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?

1. Karanlıkta neden göremiyoruz?
2. Lamba gibi kuvvetli bir ışık kaynağına baktığımızda gözlerimiz neden kamaşır?
3. Gece yıldızlara baktığımızda, anında onları nasıl görebilmekteyiz? Eğer ışık gözden çıkıyorsa bu ışığın çok uzaktaki yıldızlara ulaşana kadar belirli bir süre geçmesi gerekmez mi?

Şimdi ışığın hâlâ gözden çıktığı fikri sizin için kabul edilebilir mi?





Görme olayının gözden çıkan ışınlarla gerçekleştiği görüşü bilim tarihinde de bazı bilim insanları tarafından reddedilmiştir. Son olarak Modern optik biliminin kurucusu Müslüman bilim insanı İbn el-Heyssem yaptığı çalışmalar sonucunda elde ettiği verileri ve yukarıda ki sorguladığımız delilleri kullanarak görme olayında ışığın gözden çıkmasının mümkün olmadığını ileri sürmüştür. İbn el-Heyssem'e göre görme olayı nesnenin yüzeyi üzerindeki her bir noktadan her yöne yayılan ışık ışınlarının göze ulaşmasıyla gerçekleşmektedir.

Buraya kadar görme olayının nasıl gerçekleştiğiyle ilgili olarak bilim tarihinde ortaya atılan iki görüşü inceledik. Ayrıca bu görüşlerin zaman içinde ve neden değiştiğini anlamaya çalıştık. Bu süreçte yapılan tartışmalardan hareketle bir konuda görüşümüze ters düşen gözlemler, deliller ortaya çıkarsa ya da kabul ettiğimiz görüşün açıklayamadığı bir durum ortaya çıkarsa bilim insanlarının bu görüşlerini kısmen ya da tamamen değiştirdiğini görmüş olduk.

Buna benzer bir durumla daha önce derslerinizde ya da günlük yaşamda karşılaştınız mı? Örneğin, bir önceki ünite de incelediğimiz atomun yapısıyla ilgili ortaya atılan farklı atom modellerinin Niels Bohr, John Dalton, John Joseph Thomson ve Ernest Rutherford gibi bilim insanları tarafından nasıl ortaya atıldığını anlayabildiniz mi?

### Sınıfça Tartışınız.

1. Kabul edilen bilimsel bilgiler (kanun, teori vb.) yeni deney ve gözlem verilerini açıklayamadığı durumlarda değişime uğrayabilirler mi?

### Cisimler Nasıl Renkli Görünür?

Günlük hayatımızda özellikle ilkbaharda çiçeklerin de açmasıyla birlikte kendimizi bir renk cümbüşü içerisinde buluruz. Bahçelerimizi, evlerimizi rengârenk çiçeklerle süsleriz. Ayrıca yazları sabunlu suyla köpük balonu yapmayı kimilerimiz çok sever. Bu köpüklü balonda farklı renklerin oluşması ya da güneşli bir günde yağmurun ardından



gökkuşağının oluşması ilgi çekici değil mi? Kristal bir avizedeki ampul ışık verirken bu kristallerden farklı renklerde ışınların çıktığını gördünüz mü?

Birçok yerde karşılaştığımız bu farklı renkler nasıl oluşmaktadır? Haydi, şimdi bir deney yaparak, farklı renkte ışıklar oluşturalım. Kristal bir avizeden farklı ışıklar çıktığını gözlemlemiştiniz. Bu durumun kristallere çarpan beyaz ışıkla bir ilgisi olabilir mi? Mesela beyaz ışık kristallere çarptığı için farklı renkler ortaya çıkmış olabilir mi? Eğer öyleyse kristal yerine bir prizma kullanarak sınıfta benzer bir gözlem yapabilir miyiz? Bu gözlem için nasıl bir yol izler ve ne tür bir deney yaparsınız?

Bu amaçla ilk olarak İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârisî daha sonrada Newton tarafından yapılan deneye benzer bir deneyi birlikte yapalım. Elde ettiğimiz verileri çalışma kitabındaki ilgili bölüme kaydedelim. Bilim insanları da yaptıkları çalışmalar sonucunda elde ettikleri verileri sonradan kullanmak amacıyla bir yerlere kaydederler. Örneğin, İbn el-Heysem, Batlamyus, Kemâlüddîn el-Fârisî ve Newton gibi bilim insanları ışık üzerine ve diğer konular üzerinde yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri verileri kaydetmişlerdir. Bu şekilde istedikleri zaman bu notlarına tekrardan göz atma fırsatı bulmuşlardır.



## 1. Deney

### Beyaz Işığın Prizmadan Geçişi

#### İşlem Basamakları

- Fenerin camını alüminyum folyo ile saralım.
- İnce ışık demeti elde etmek için alüminyum folyo üzerinde ince bir yarık oluşturalım.
- Işık demetini ışık prizması üzerine gönderelim.
- Prizmadan geçen ışığı beyaz ekran üzerine düşürelim.
- Ekranda oluşan renkleri gözlemleyelim.
- Gözlem sonucu elde ettiğimiz verileri çalışma kitabına kaydedelim.

#### Araç ve Gereçler

- Işık prizması
- El feneri
- Alüminyum folyo
- Beyaz bir perde veya ekran

#### Değerlendirme

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.



D.1

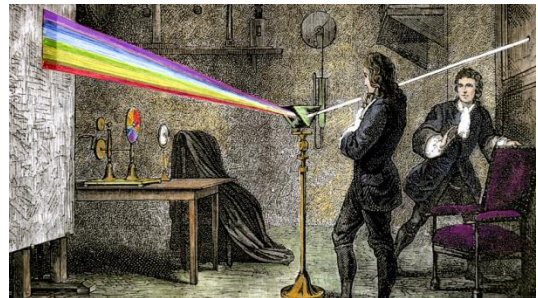
s.1

Bilim tarihine bakıldığında ışık ve renk birçok bilim insanının merak konusu olmuştur. Renklerin nasıl oluştuğunu veya nereden geldiğini merak eden bilim insanları bunu açıklamaya çalışmışlardır. Tarihte ışığın ve rengin doğasını açıklamaya çalışan ilk bilim insanları arasında ise Aristoteles gelmektedir. Ona göre renkler güneş ışığının maddelerle etkileşimi sonucunda değişime uğramasıyla oluşmaktadır.

Aristoteles'in renklerin nasıl oluştuğunu açıklayan bu görüşü uzun zaman bilim insanları tarafından kabul edilmiştir. Ancak daha sonraları Newton da ışık ve renkler üzerinde bir çalışma yapmak istemiştir. Işık ve renkleri incelemek üzere modern optiğin kurucusu İbn el-Heyssem ve Kemâlüddin el-Fârisî'nin deneysel çalışmalarını örnek alarak çalışmasına başlamıştır. Bunun için ilk olarak bir üçgen prizma yaptırır. Daha sonra karanlık bir oda da penceresine uygun miktarda güneş ışığının girmesine izin verecek şekilde küçük bir delik açar. Deliğin önüne bir prizma yerleştirir. Prizmanın karşı duvara ulaşacak şekilde ışığı kırıldığını ve böylece prizmadan gökkuşağına benzer bir şekilde farklı renkte ışıkların çıktığını yani bir renk tayfinin oluştuğunu gözlemler.

Sizce bu farklı renkler güneş ışığının prizma tarafından değişime uğramasıyla mı oluşmuştur? Yoksa güneş ışığının bu farklı renklerin bir karışımı olduğunu mu düşünüyorsunuz? Yani güneş ışığı prizmada kendini oluşturan renklere mi ayrılmıştır?

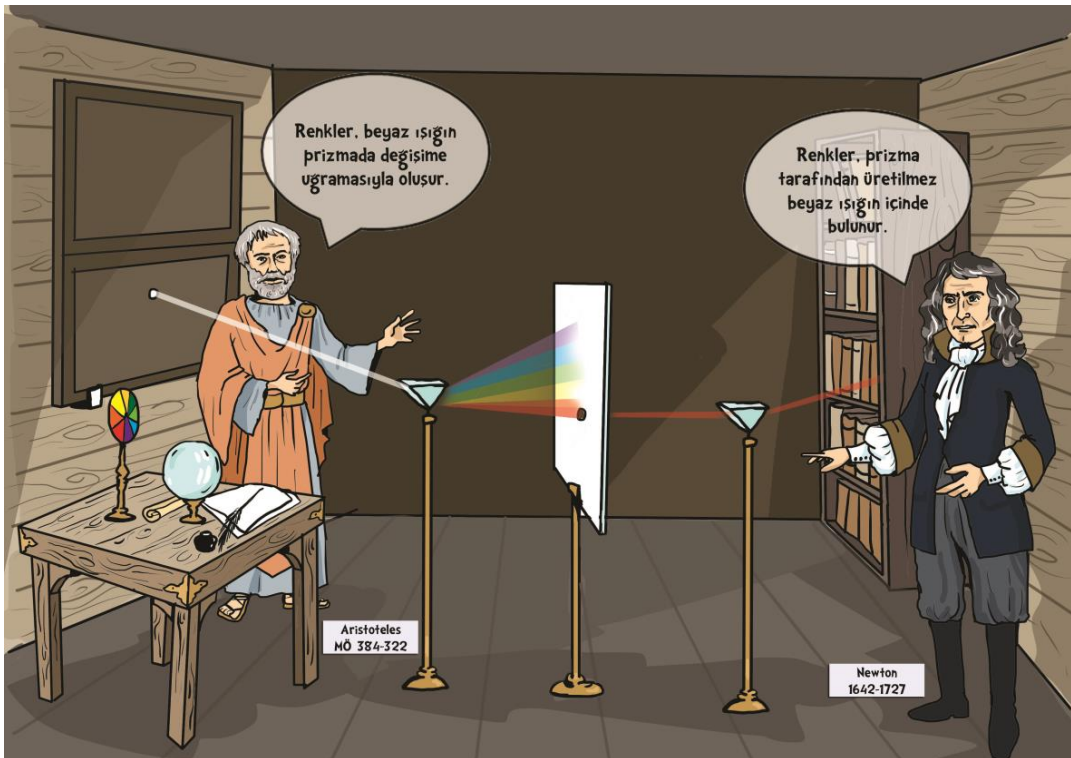
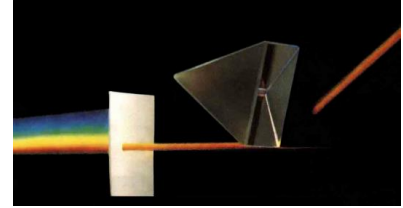
Newton bu ünlü prizma deneyinde güneş ışığının bu renk tayfindaki ışıklarının bir karışımı olabileceğini düşünmüştür. Peki, bu deneyde elde edilen veriler bunun dışında bir anlam taşıyor olabilir mi? Mesela güneş ışığı prizma tarafından değişime uğrayarak bu farklı renkler oluşamaz mı?



Ancak Newton da sadece bu deney ile Güneş ışığının bir karışım olduğu düşüncesini desteklemek için yeterli olmadığını farkındadır. Çünkü Güneş ışığının prizmadan ayrılırken renk tayfı oluşturması Aristoteles'in görüşüyle de açıklanabilmektedir. Bu sebeple Newton bu görüşünü destekleyebilmek için başka delillere ihtiyacı olduğunu düşünmüştür.

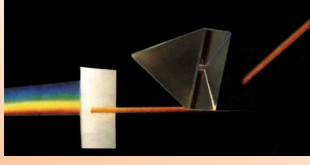
Newton prizmadan çıkan farklı renkteki ışıklardan her hangi birisinin tekrardan bir prizmadan geçerken değişime uğramadığını yani yeni renklerin ortaya çıkmadığını gösterebilirse bu görüşünü desteklemiş olur mu?

Newton kendi görüşünü test etmek amacıyla ilk olarak prizma deneyinde ortaya çıkan renk tayfındaki kırmızı renkli ışığı diğerlerinden ayırmayı başarır. Daha sonra bu kırmızı renkli ışığı tekrardan bir prizmadan geçirir. Işığın belirli bir açıda kırılmaya (bükülme) uğradığını ancak farklı renkte ışıkların oluşmadığını gözlemler. Newton bu deney yardımıyla renklerin prizma tarafından üretilmediği sonucunu çıkarır. Çünkü Aristoteles'in ifade ettiği gibi renkler prizma tarafından değişime uğrayarak oluşsaydı bu tek renginde farklı renklere dönüşmesi gerekirdi. Ancak Newton yaptığı deney sonucunda böyle bir şey gözlemleyememiştir.



Newton'un yaptığı bu çalışmalara baktığımızda sizce Newton ne yapmıştır? Hemen Aristoteles'in görüşünü kabul etmiş midir? Veya kendi görüşünü kabul edip yeni bir deney yapmaktan vazgeçmiş midir? Yoksa başka deneyler yaparak kendi görüşünü desteklemeye mi çalışmıştır?

## Eleştirel Düşünme



Sizce Newton, kırmızı ışığın girdiği prizmadan farklı renkte ışınların çıktığını gözlemleyseydi nasıl bir sonuca varırdı? Ya da siz Newton'un yerinde olsaydınız nasıl bir sonuca varırdınız?

G.1  
s.1

Beyaz ışığın saf ışık olmadığını diğer ışıkların bir karışımı olduğunu düşünüyorsanız prizmadan çıkan farklı renkteki ışıkların birleşmesiyle tekrardan beyaz ışığa dönüşmesi gerekmez mi? Şimdi bizde Güneş ışığının diğer renklerin bir karışımı olduğu düşüncesinin doğruluğunu test etmek amacıyla aşağıdaki etkinliği yapalım.

## 2. Deney

## Renklerin Birleşimi Beyaz mıdır?

### İşlem Basamakları

- Kartondan 8 cm çapında bir daire keselim.
- Pergel yardımıyla dairemizi 6 eşit parçaya bölecek şekilde çizelim.
- Dilimleri sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklere boyayalım.
- Dairenin ortasına 5 cm uzunluğunda kurşun kalemi fotoğraftaki gibi geçirerek sabitleyelim.
- Daireyi döndürelim. Dönüş hızına göre daire üzerindeki renklerin değişimini gözlemleyelim.
- Gözlem sonucu elde ettiğimiz verileri çalışma kitabına kaydedelim.

### Verilerimizi Değerlendirelim

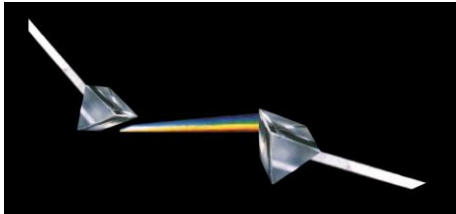
- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.
- Bu açıklamayı yapmanızda elde ettiğiniz verilerin etkisi nedir?

### Araç ve Gereçler

- Pergel
- İletki
- Yaklaşık 5 cm uzunluğunda kurşun kalem veya ucu sivriltilmiş çubuk
- Beyaz karton
- Kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli boya kalemleri
- Makas



D.2  
s.2



Beyaz ışığın diğer renkli ışıkların bir karışımı olduğunu savunan Newton da ikinci bir prizma ile birinci prizmadan çıkan renk tayfını tekrar birleştirebilmesi gerektiğinin farkındadır. Bu sebeple Newton, bu farklı renkteki ışıkları prizma ile birleştirmiş ve beyaz ışığı elde etmiştir. Böylece Newton beyaz ışığın saf ışık olmadığını, farklı renkteki ışıkların birer karışımı olduğunu ifade etmiştir.

Beyaz ışıktan renkli ışığın nasıl elde edileceğini öğrendik. Peki, elde edilen bu renkli ışıkla kırmızı, yeşil, mavi veya beyaz algılanan cisimleri aydınlatırsak bu cisimlerin hangi renklerde görüneceğini merak ediyor musunuz?



### 3. Deney

#### İşlem Basamakları

Yeterince karanlık bir ortamda aşağıdaki işlemleri yapalım. Gözlem verilerimizi çalışma kitabına kaydedelim.

#### I. Aşama

- Farklı ülkelere ait bayrakları beyaz bir zemine yerleştirelim.
- Bu bayrakların üzerinde algılanan renklerin neler olduğunu defterimize not edelim.
- El feneri ışığını bayrakların üzerine sırasıyla gönderelim. Bu sırada ışık etkisiyle farklı algılanan renk olup olmadığını belirleyelim.

#### II. Aşama

- El feneri camını kırmızı jelâtinle saralım. Bayrakları kırmızı zemin üzerine yerleştirelim.
- Fenerin anahtarını açarak yayılan kırmızı ışığı bayraklar üzerine tutalım. Bayrakların renklerini gözlemleyelim.
- Her bir bayrak üzerinde belirgin olarak değişen, değişmeyen ve algılanmayan renk olup olmadığını belirleyelim. Sonuçlarımızı I. aşamadan elde edilen sonuç ile karşılaştıralım.
- Varsa değişen, değişmeyen ve algılanmayan renklerin neler olduğunu tespit edelim.
- Aynı işlemleri el feneri camını yeşil jelâtinle sararak bayrakları yeşil zemin üzerine, el fenerini mavi jelâtinle sararak bayrakları mavi zemin üzerine yerleştirerek tekrarlayalım. Sonuçlarımızı karşılaştıralım.

### İlginç Renkler

#### Araç ve Gereçler

- Jelâtin
- Kırmızı, yeşil, mavi renkte karton
- Kırmızı, yeşil, mavi renkte şeffaf kaplık
- Farklı ülke bayrakları veya kuruluş flamları
- Büyük bir el feneri



#### Değerlendirme

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.

D.3

s.2

Bir el fenerinin camına kırmızı, yeşil veya mavi bant yapıştırılırsa bant renginde ışık elde edilir. Belirli renklerdeki ışığı soğurup kendi rengindeki ışığı geçiren bant ve renkli cam gibi cisimlere **ışık filtresi** denir. Işık filtreleri kullanarak elde ettiğimiz farklı renklerdeki beyaz bir zeminde aynı noktaya düşürülmeleri hâlinde de yeni renkler algılanır.

Kırmızı, yeşil ve mavi ışığın ikili ve üçlü keşişim bölgelerinde, oluşan yeni renkler görülmektedir.



E.2

s.3

E.3

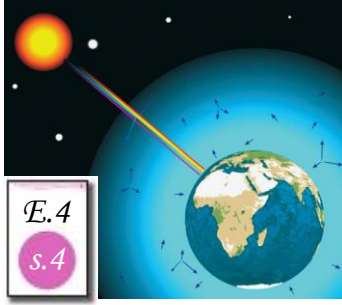
s.4

9



## Gökyüzü Neden Mavi?

Atmosfer argon, hidrojen ve su buharı gibi başka maddeleri de içermekle birlikte büyük oranda azot ve oksijenden meydana gelir. Güneşten yayılan ışık bu maddesel ortama girdiğinde özellikle oksijen ve azot molekülleri tarafından saçılır. Saçılma, güneş ışığını meydana getiren her renk için aynı oranda gerçekleşmez.



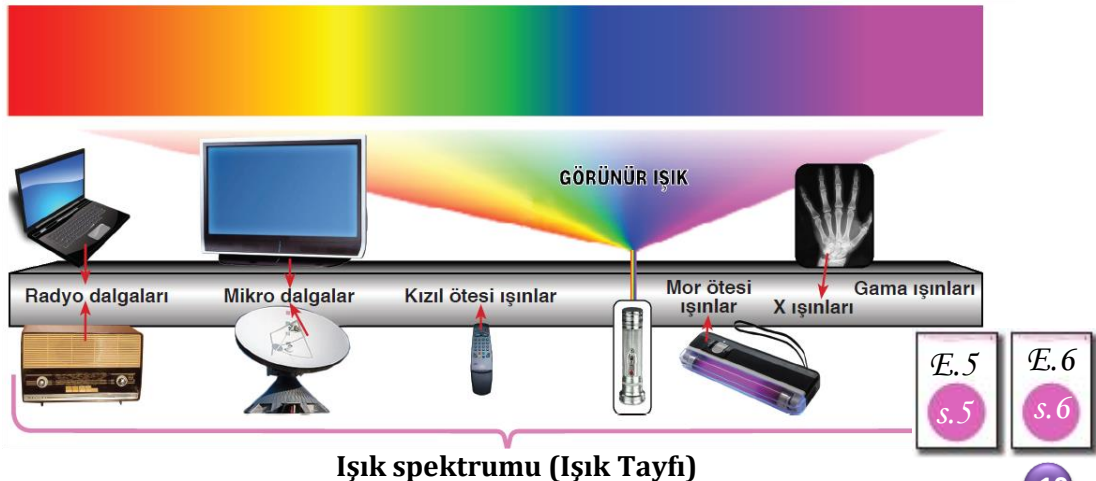
Mavi tonlar diğer renklere oranla daha fazla saçılır ve şekilde görüldüğü gibi her yönde dağılarak gökyüzünün mavi görünmesine sebep olur. Eğer atmosferde azot ve oksijen yerine başka gazlar ağırlıklı olarak bulunsaydı gökyüzü daha başka bir renge bürünürdü. Mesela gökyüzü yoğun bulutlarla veya dumanla dolu olduğunda, tüm ışınlar hemen hemen aynı oranda saçılır. Bu da gökyüzünün gri renkte görünmesine sebep olur.

Denizlerin mavi görünmesi, gün batımı ve gün doğumunda ise gökyüzünün kırmızı ve turuncu tonlarda görülmesini nasıl açıklarsınız? Bu konu hakkında bir araştırma yaparak da bu olayların nasıl açıklandığını öğrenebilirsiniz.

## Bizim Göremediğimiz Işık Türleri de Var mıdır?

Işık, sadece gözümüzle algılayabildiklerimizden mi ibarettir? Fotoğraf makinesini ve periskopu görünür ışık sayesinde kullandığımızı biliyorsunuz. İç organlarımızın görüntülenmesini sağlayan röntgen cihazında ve radyoda ışık enerjisinden faydalanılır. Peki, sizce bu aletlerin kullanımlarında yararlanılan ışık görünür ışık mıdır? Bu sorunun yanıtı bize, ışık enerjisinin göremediğimiz türlerinin görünür ışıktan farklı etki ve kullanım alanlarına sahip olduğunu gösterir.

Aşağıda gözümüzle göremediğimiz ışık türlerinin kullanıldığı bazı alanlar görülmektedir. Uzaktan kumanda, gece görüş dürbünü kızıl ötesi ışınlar ile radar ve radyo da radyo dalgalarıyla çalışır.



## Bilgi Damlası



Bazı hayvanların renkleri algılama yetileri zayıf olmakla birlikte gece görüşleri bizimkinden çok daha iyidir. Gece avlanan yırtıcı hayvanlar, karanlıkta daha iyi görürler. Onlar için renklerden çok geceleri hareket eden avlarını görebilmek önemlidir. Bazı hayvanların gözleri bizim göremediğimiz ışıkları da algılayabilir: Örneğin, kuşlar ve arılar mor ötesi ışıkları algılayabilir. Çıngıraklı yılanlar kızıl ötesi ışıkları algılayarak avlarını yakalar.

E.7  
s.7



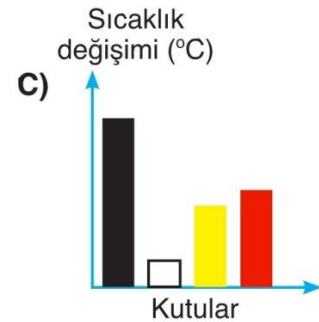
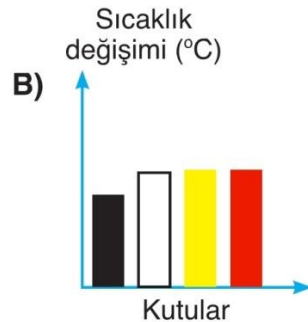
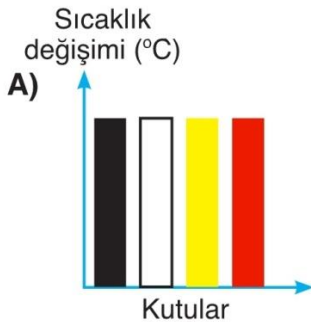
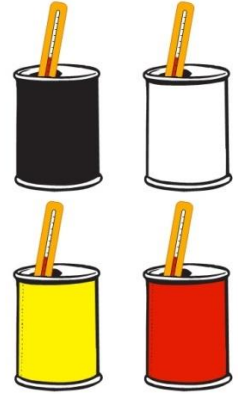
## Kendimizi Değerlendirelim

1. Gözde, yeşil tişört, mavi pantolon ve beyaz bağcıklı kırmızı ayakkabı giyerek bir partiye katılıyor. Partinin yapıldığı salonun oturma alanı yeşil, dans pisti ise kırmızı ışıkla aydınlatılıyor. Gözde'nin üzerindeki giysilerin dans pistinde ve oturma alanında algılanan renklerini defterimizde oluşturduğumuz aşağıdaki gibi bir çizelgeye yazalım.

Gözde'nin Giysileri	Kırmızı Işıқта Algılanan Renk	Yeşil Işıқта Algılanan Renk
Yeşil tişört		
Mavi pantolon		
Kırmızı ayakkabı		
Beyaz bağcık		



2. Bir grup öğrenci, güneş enerjili su ısıtma sistemi için en iyi rengi belirlemek istiyor. Bunun için dört konserve kutusu olarak bu kutuları siyah, beyaz, sarı ve kırmızıya boyuyorlar. Her kutu sıcaklığı 22 °C olan 500 mL su ile doldurulup güneş ışığını doğrudan alan bir yerde bir saat kadar bekletiliyor. Hangi renk kutudaki su sıcaklığı daha çok yükselir? Neden? Bu durumu gösteren sütun grafiğinin aşağıdakilerden hangisi olduğunu düşünürsünüz?



### Sınıfça Tartışınız.

1. Bilimsel bilgilere ulaşmada deney ve gözlemlerin katkısı nasıldır? Aynı deney ve gözlemler farklı şekilde yorumlanabilir mi? Nedenleriyle beraber açıklayınız.

### Işığın Kırılması

Önceki bölümde görme olayının gerçekleşmesi için ışığın gerekliliği üzerinde durmuştuk. Ayrıca ışığın yapısı ve renklerin oluşumunu incelemek için prizma üzerinde deneyler yapmıştık. Ayrıca göremediğimiz ışık türlerinden bahsetmiştik. Tüm bu konular üzerinde başrolde olan bu ışık ışınları bir ortamda (örneğin, suda veya havada) nasıl bir doğrultuda yayılmaktadır? Bunu belirleyebilmek için bir deney ya da gözleme ihtiyaç duyar mısınız? Işığın nasıl bir yol izlediğini nasıl belirleyebilirsiniz?



Işık üzerinde birçok çalışmalar yapan ve modern optiğin kurucusu olarak bilinen İbn el-Heysem ışığın hangi doğrultuda yol aldığını belirleyebilmek için karanlık bir odaya bir delik aracılığıyla giren ışık örneğini ele almıştır;

“Güneş ay veya ateş ışığı karanlık bir odaya orta büyüklükte bir delikten girdiğinde, odada toz parçacıkları varsa ve bu parçacıklar havaya yayılmış durumdaysa, delik aracılığıyla giren ışık, havaya karışmış bulunan toz parçacıkları üzerinde, zeminde ve deliğin karşısındaki duvar üzerinde oldukça belirgin bir şekilde görülür ve odada bulunan kimse delikten zemine ya da deliğin tam karşısındaki duvara gelen ışığın doğrusal çizgilerde yayıldığını görür”.

Doğrusal bir şekilde ilerleyen ışık aynı ortamda değil de farklı yoğunluktaki ortamlara geçiş yaparken sizce doğrultusunda bir değişiklik olur mu? Bunu anlayabilmek için nasıl bir yol izlersiniz? Işığın hava ortamından cam ortamına geçişini ya da farklı bir ortamdan geçişini incelemeyi düşündünüz mü? Şimdi bir deney yaparak ışığın farklı ortamlara geçişinde nasıl yol aldığını gözlemleyelim.



#### 4. Deney

**Uyarı:** Lazer ışığını gözümüze tutmayalım, zarar verebilir.

#### İşlem Basamakları

- Pencere camını, masaya yerleştirdiğimiz A3 kâğıdının üzerine koyalım.
- Lazer ışığını bu cama, masayı teğet geçecek şekilde önce dik sonra da dik olmayan değişik açılarla gönderelim.
- Her durumda (cama girmeden, cam içerisinde ve camdan çıktıktan sonra) ışığın takip ettiği yolu gözlemleyelim.
- Işığın takip ettiği yolun cam dışındaki bölümünü görünen ışık izini takip ederek, camın içerisindeki bölümünü de camı kaldırdıktan sonra çizelim.
- Daha sonra lazer ışığını hava ortamına çıktığı doğrultudan ters yönde gönderelim
- Gözlem sonucu elde ettiğimiz verileri çalışma kitabına kaydedelim.

#### Verilerimizi Değerlendirelim

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.

#### Işık Nasıl Kırılıyor?

##### Araç ve Gereçler

- Dikdörtgen veya kare şeklinde kesilmiş kalın pencere camı
- Lazer kalemi
- A3 kâğıdı



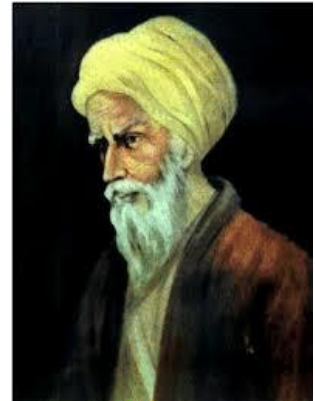
D.4

s. 8

Bilim tarihine bakıldığında Batlamyus farklı ortamlarda ilerleyen ışığın hareketlerini deneysel olarak inceleyebilmek için dereceli bir araç yapmıştır. Bu araç ile yaptığı deneylerde ışığın farklı yoğunlukta ki ortamlara geçişte doğrultu değiştirerek hareket ettiğini gözlemlemiştir. Bununla birlikte yüzeye dik gelen ışığın farklı ortama kırılmadan geçtiğini de gözlemlemiştir. Bu araç ile ışığın havadan cama, havadan suya ve sudan cama geçme durumlarını incelemiş ve kırılma miktarlarını belirlemiştir. Ancak Batlamyus bu ışığın farklı yoğunluktaki bu ortamlardan geçerken nasıl kırılmaya uğradığını açıklayamamıştır.

İbn el-Heysen de Batlamyus gibi ışığın farklı ortamlara geçişinde kırılmaya uğraması üzerine çalışmalar yapmıştır. Ayrıca ışığın farklı yoğunluktaki ortamlara geçişinde nasıl kırılmaya uğradığını açıklamayı başaran ilk bilim insanı İbn el-Heysen olmuştur.

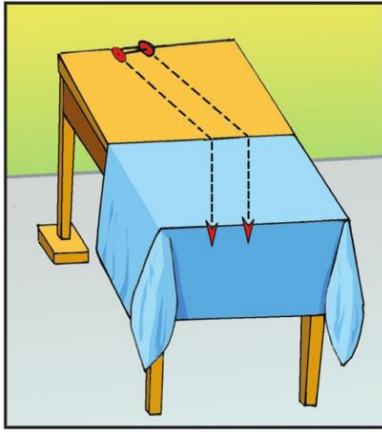
İbn el-Heysen, bir cismin havaya göre sudaki hareketinin daha yavaş olacağı gibi, ışığın hızının da gittiği ortamın yoğunluğuna göre değiştiğini biliyordu. Böylece ışığın gittiği ortamın yoğunluğu arttıkça ışığın hızı da yavaşlayacaktı.



İbn el-Heysem, buradan hareketle ışığın farklı yoğunluktaki bir ortama girdiğinde hızındaki değişmeden dolayı doğrultu değiştireceğini yani kırılmaya uğrayacağını belirtmiştir.

Batlamyus da İbn el-Heysem gibi ışığın hızının gittiği ortamın yoğunluğuna göre değiştiğini biliyordu. Ancak Batlamyus, birçok deney ve gözleme yapmasına rağmen ışığın nasıl kırılmaya uğradığına dair bir açıklama getirememiştir? Bunun sebebi sizce nedir?

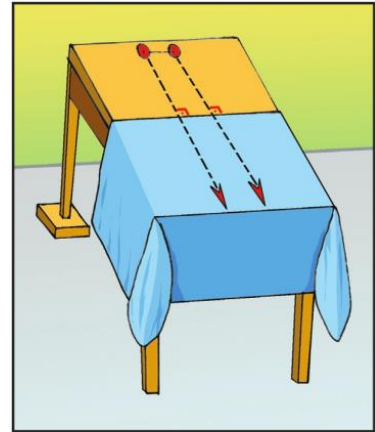
G.8  
S.8



I. şekil

### Eleştirel Düşünme

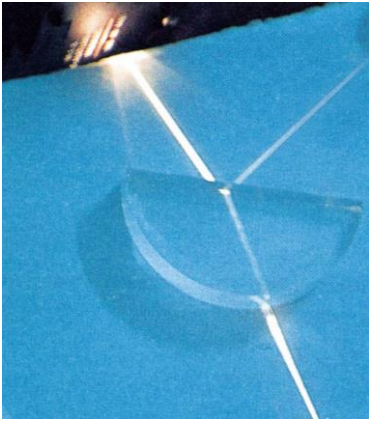
Tekerlekli sistem masa yüzeyinin örtülü kısmından örtüsüz kısmına şekildeki gibi eğik gönderilirse örtüsüz bölgedeki hareket doğrultusu nasıl olur?



II. şekil

Işığın nasıl kırıldığını daha iyi anlayabilmek için bir benzetmeden faydalanalım. Takozlar yardımıyla eğimli hâle getirilmiş bir masanın I. Şekildeki gibi aşağıda kalan yarısı pamuklu ya da yünlü kumaşla örtülmüş olsun. Masanın yüksekte kalan tarafından tekerlekli bir sistem örtüye dik olmayacak doğrultuda serbest bırakılsın. Tekerlekli sistem hareket etmeye başlar. Masa yüzeyi ile örtülü bölgeyi ayıran sınıra geldiğinde ise hareketin doğrultusunun bir miktar değiştiği görülür. Çünkü kumaşın üzerine önce çıkan tekerlek yavaşlarken diğer tekerlek sahip olduğu hızla yavaşlamış tekerleğin olduğu tarafa doğru bir miktar savrulur. Her iki tekerlek de kumaş zemine çıktıktan sonra masa yüzeyinden kumaş zemine savrulduğu doğrultuda daha yavaş hareket eder. Verilen bu örnekte tekerlekli sistemin ışığı, masa yüzeyindeki örtülü ve örtüsüz bölgelerin ise ortamları temsil ettiğini düşünürsek tekerlekli sistemin hareketindeki hız ve doğrultu değişimini, ışığın ortam değiştirirken hız ve doğrultu değiştirmesine benzetebiliriz. Işık, havadan cama geçerken tekerlekli sistemin hareketinde olduğu gibi doğrultu ve hız değiştirir. Işığın yoğunlukları farklı olan saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirmesi **kırılma** olarak adlandırılır.

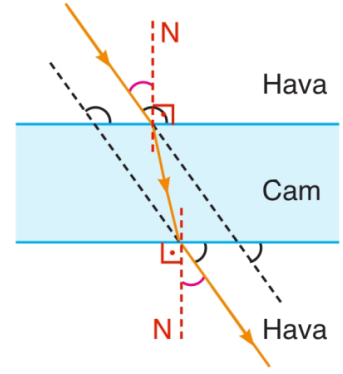
Eğer tekerlekli sistem kumaş zemine II. şekildeki gibi dik olarak gönderilmiş olsaydı her iki tekerlek aynı anda kumaş zemine geçecekti. Bu durumda sadece tekerlekli sistemin hareketinde bir miktar yavaşlama olacak, doğrultusunda ise herhangi bir değişme olmayacaktı. Saydam ortamları ayıran yüzeye dik olarak gelen ışık ışınlarının hareketi de bu şekildedir. Hava, su veya cam gibi saydam ortamların birinden diğerine dik olarak gönderilen ışık, doğrultusunu değiştirmeden yayılmasını sürdürür yani kırılmaya uğramaz.



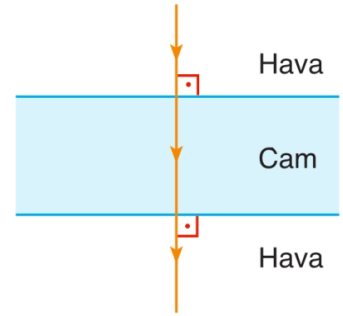
Bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama dik olmayacak şekilde gönderilen ışık ışınlarının büyük bir kısmı doğrultusunu ve hızını değiştirerek ikinci ortama geçer. Bir kısmı da ortamları ayıran sınır üzerinden geri yansır. Işığın, izlediği yolun

tersinden gönderilmesi durumunda ise ışık aynı yoldan geri döner. Bu sebeple ışık ışınlarının izlediği yolun tersinir olduğu söylenir.6. sınıfta yansıma olayını açıklarken “bir yüzeye indirilen dikme” olarak tanımladığımız **normal (N)**, ortam değiştiren ışınların gelme ve kırılma açılarını ölçmede kullanılır. Kırılma olayında ortamları ayıran yüzeye gelen ışın ile normal arasındaki açı **gelme açısı**, kırılan ışın ile normal arasındaki açı da **kırılma açısı** olarak adlandırılır. Bir saydam ortamdan başka saydam ortamlara gönderilen ışık, yoğunluğu (kırıcılığı) büyük olan ortamda normale yaklaşacak şekilde kırılır.

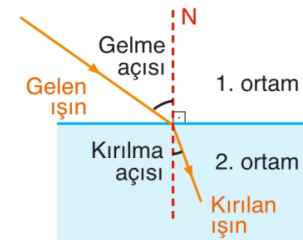
Kırılma sırasında ışığın normale daha çok yaklaştığı ortamdaki hızı da yavaşlamış olur. Cam, havadan yoğun olduğundan ışığın bu ortamdaki hızı daha yavaş olur. Az kırıcı ortama gönderilen ışık ise normalden uzaklaşarak kırılır. Işığın normalden uzaklaşarak kırıldığı ortamdaki hızı birinci ortama göre artmış olur. Su, camdan az kırıcı olduğundan ışık bu ortamda cama göre daha büyük hızla yayılır.



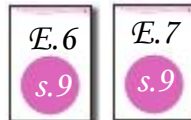
*Işık havadan cama veya camdan havaya dik olmayacak şekilde gönderildiğinde hız değişerek kırılır.*



*Işık havadan cama veya camdan havaya 90° lik açı ile gönderildiğinde kırılmaz, sadece hız değişir.*



*Işık ışınları 2. ortamda normale yaklaşarak kırıldığı için bu ortam daha kırıcı olup ışığın buradaki hızı 1. ortamdakinden daha küçüktür.*





Ortam	Ortamdaki ışık hızı (km/s)	Ortam	Ortamdaki ışık hızı (km/s)
Boşluk	300 000	Buz	229 008
Hava	299 913	Cam	200 000-157 895
Su	225 564	Elmas	123 967

Az yoğun (az kırıcı) saydam ortamdan çok yoğun (çok kırıcı) saydam ortama gönderilen her ışık ikinci ortama geçer ve bu durumda kırılma açısı gelme açısından küçük olur. Acaba çok yoğun saydam ortamdan az yoğun saydam ortama gönderilen her ışık ışını ikinci ortama geçer mi?

## 5. Deney

### İşlem Basamakları

- Lazer kalemini su sızdırmayacak şekilde streç filmle saralım.
- Cam kâseyi suyla dolduralım.
- Lazer kaleminin ışığını elimizle su içerisinde su ile hava ortamlarını ayıran yüzeye doğru önce dik sonra da daha büyük açılarla şekildeki gibi gönderelim.
- Gönderilen bu ışık ışınlarının kırılmalarını gözlemleyelim.
- Gözlemlerimizi çalışma kitabına çizeceğimiz bir şekil üzerinde gösterelim.

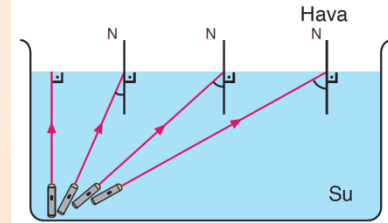
### Verilerimizi Değerlendirelim

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.

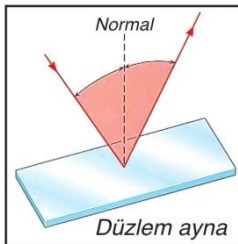
## Çok Yoğundan Az Yoğuna

### Araç ve Gereçler

- Lazer kalemi
- Şeffaf plastik küvet veya cam kâse
- Streç film
- Su
- Lazer kalemi
- A3 kâğıdı



D.5  
s.10

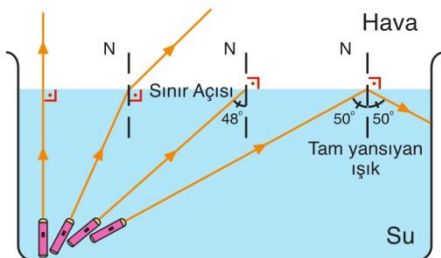


Bir ayna, üzerine gönderilen her ışık ışını yansıtır.

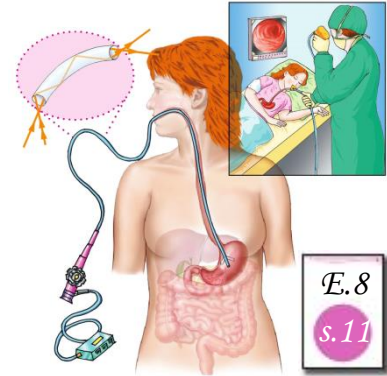
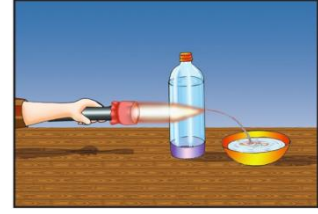
Bunun yanında ışık başka yöntemle de yansıtılabilir.

Kaynağından yayılan ışık, çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçerken ayırma yüzeyine dik düşerse doğrultu değiştirmeden yoluna devam eder. Işık, ayırma yüzeyine dik değil de bir miktar eğik gönderilirse az kırıcı ortama normalden uzaklaşarak çıkar. Bu

ışığın daha büyük açılarla ortamların ayrılma yüzeyine gelmesi hâlinde daha büyük açı ile kırıldığı görülür. Öyle ki gelme açısının belli bir değerine karşılık kırılma açısının  $90^\circ$  olduğu, başka bir ifadeyle kırılan ışık ışınlarının ortamların ayrılma yüzeyini yaladığı fark edilir. Kırılma açısının  $90^\circ$  olduğu andaki



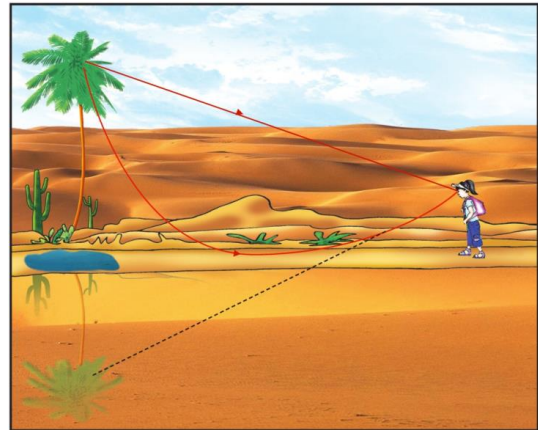
gelme açısına **sınır açısı** denir. Eğer ışık ışınları sınır açısından daha büyük açı ile ortamları ayıran sınıra gönderilirse kırılmanın etkisi tümüyle kaybolur ve ayrılma yüzeyi bir ayna gibi davranarak gelen ışığın tamamını suyun içine geri yansıtır. Bu olaya **tam yansıma** denir. Tam yansıma olayının gözlenebilmesi için ışık ışınlarının su, cam ve plastik gibi çok kırıcı ortamlardan hava gibi az kırıcı ortama sınır açısından daha büyük açı ile gönderilmesi gerekir. Bu olayın teknolojiye aktarılması sonucunda fiberoptik kablolar yapılmıştır. Örneğin sudan havaya geçen ışınlar için sınır açısı 48 derecedir. Bu dereceden daha büyük bir gelme açısıyla gelen ışınlar sudan havaya geçemez ve tam yansımaya uğrar.



Fiberoptik kablolarda ışığın ilerlemesi üstteki resimde görüldüğü gibi bir pet şişenin tabanına yakın bir yerde açılmış delikten akan sıvıda fener ışığının tam yansıma yoluyla ilerlemesine benzemektedir. “Fiber” adı verilen saydam bir maddeden yapılmış saç teli kalınlığındaki fiberoptik kablo içerisine gönderilen ışık kablonun iç bölümünde tam yansıma yoluyla ilerler. Bu kablolar iletişimde (telekomünikasyonda) ve tıpta yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Kablolarda lazer ışığı ile binlerce mesaj taşınmakta, yine aynı kablolar yardımıyla tıpta endoskop denilen cihazla iç organları görüntülemek mümkün olmaktadır.

## Serap Olayı

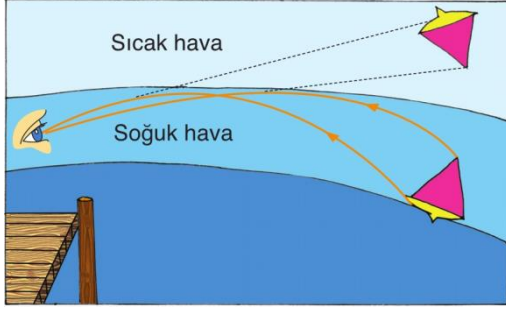
Uçsuz bucaksız kızgın bir çölde olduğunuzu düşününüz. Gökyüzü açık, hava hafif rüzgârlı... Susuzluktan diliniz damağınız kurumuş. Zorlukla ilerliyorsunuz. Neredeyse düşeceksiniz. Bir anda gözlerinize inanamıyorsunuz. İleride bir su birikintisi... Son bir çabayla suya doğru gidiyorsunuz. İçinizden “Az bir yolum kaldı.” diye geçiriyorsunuz. Ancak siz yaklaştıkça suyun parıltısı giderek kayboluyor. Sonra o da ne? Su sandığınız yerde çölün devam ettiğini görüyorsunuz. Su mu? Yok! Peki, gördüğünüz neydi? Bir göz yanılsaması; Serap. Peki, çölde bu olay nasıl gerçekleşir? Serap olayını anlamak için havadaki sıcaklık değişiminin ışığın yayılmasını nasıl etkilediğini bilmek gerekir. Eğer ışık, sıcaklığı değişmeyen hava ortamında yayılıyorsa kırılmaya uğramaz. Sıcaklığı değişen hava ortamları var ise ışık bu farklı ortamların birinden diğerine geçerken hızı değişecek ve doğrusal yayılmayacaktır.







Asfalt yolda gözlenen serap olayı



E.9  
s.11

Soğuk hava sıcak havadan daha yoğun bir ortamdır. Çölde yer yüzeyine yakın hava biraz yüksekteki havadan daha çok ısınır. Isınmanın etkisiyle genişerek yoğunluğu (kırıcılığı) azalır. Bu durumda soğuk hava içinde bulunan bir cisimden gelen ışıklardan bazıları farklı yoğunluktaki hava tabakaları ile karşılaştığında hava tabakaları arasındaki sınırı yalayacak şekilde bükülür. Cisimden gelen ışıkların sınır açısından büyük olanları, geldiği ortama geri dönerek tam yansımaya uğrar. Cisimden gözümüze ulaşan ışıklar kesikli çizgilerle gösterilen doğrultudan geliyormuş gibi algılanır ve cisim bu doğrultuda ters olarak görünür. Aynı sebeple bazı durumlarda çölün belli bölgelerinde sanki bir su birikintisi varmış gibi algılanır. Serap olayı okyanusların üzerinde de görülür. Okyanuslar karalara göre geç ısındığı için okyanus yüzeyindeki hava soğuktur. Yandaki şekilde görüldüğü gibi okyanus yüzeyindeki cisimden gelen ışıklar sıcak havaya geçmeden tam yansımaya uğrar ve cisimler buldukları yerde değil de bu tam yansımaya uğrayan ışıkların uzantıları doğrultusunda görülür.

Su veya cam gibi havadan daha kırıcı ortamlarda bulunan cisimlerin de buldukları yerde görünmediklerini fark etmişizdir. Şimdi, bu durumun sebebini kavrayacağımız bir etkinlik yapalım.



## 6. Deney

## Gözlerimiz Yanlıyor mu?

### İşlem Basamakları

- Madenî parayı saydam olmayan boş fincanın içine koyup fincanı masa üzerine bırakalım.
- Fincan içindeki paraya bakarak fincandan yavaş yavaş uzaklaşalım. Parayı görmediğimiz anda bulunduğumuz yerde duralım.
- Bu konumdayken bir arkadaşımızdan fincana yavaşça su doldurmasını isteyelim.
- Bu sırada parayı görmeye çalışalım.

### Verileri Tartışalım

- Elde edilen aynı verilerden hareketle farklı çıkarımlarda bulunulabilir mi?
- Çıkarımlar hangi durumlarda kabul görür.

### Araç ve Gereçler

- Saydam olmayan bir fincan (Etkinliğin anlaşılmasını kolaylaştırmak için resimdeki fincana şeffaflık verilmiştir.)
- Madenî para
- Su



D.6  
s.12

Havadan su, pencere camı veya plastik gibi başka saydam ortamlara geçen ışık, hızı değişerek kırılmaya uğrar. Kırılma olayı sonucunda cisimler şaşırtıcı bir şekilde buldukları yerden farklı bir konumda ve biçimleri değişmiş görünür. Bunu keşfetmenin yolu, içi su dolu bardağa bir kalem koyup onu gözlemektir. Bu durumda kalem fotoğraftaki gibi kırık ve bir miktar kalın görünür. Çünkü kalemin su içindeki kısmından yansıyıp göze gelen ışık ışınları sudan geçerken kırılır ve kalem su içinde bu kırılan ışınların uzantıları doğrultusunda görülür.



Boş bir fincana konulan madenî paranın belli bir noktadan görünmediği hâlde fincanın içine su doldurulduğunda görünmesi de aynı sebepten kaynaklanır. Madenî para kendisinden yansıyan ışınların havaya çıkarken kırılarak aldığı doğrultu üzerinde bulunduğu yerden daha yukarıda görünür. Bu durumda dibi görülebilen göl, gölet ve havuz gibi berrak suların görüldüklerinden daha derin oldukları sonucunu çıkarmalıyız. Resimdeki çocuk, avlamaya çalıştığı balığın yüzeye yakın olduğunu sanmaktadır. Oysa balık görüldüğünden daha derindedir. Çocuğun balığı farklı yerde görmesinin sebebi yukarıda bahsettiğimiz ışık kırılmasıdır. Avlanma sırasında balığa dik veya dike ne kadar yakın bir açıyla bakılırsa balığın avlanması da o kadar kolay olacaktır.



## Gökkuşağı Nasıl Oluşur?

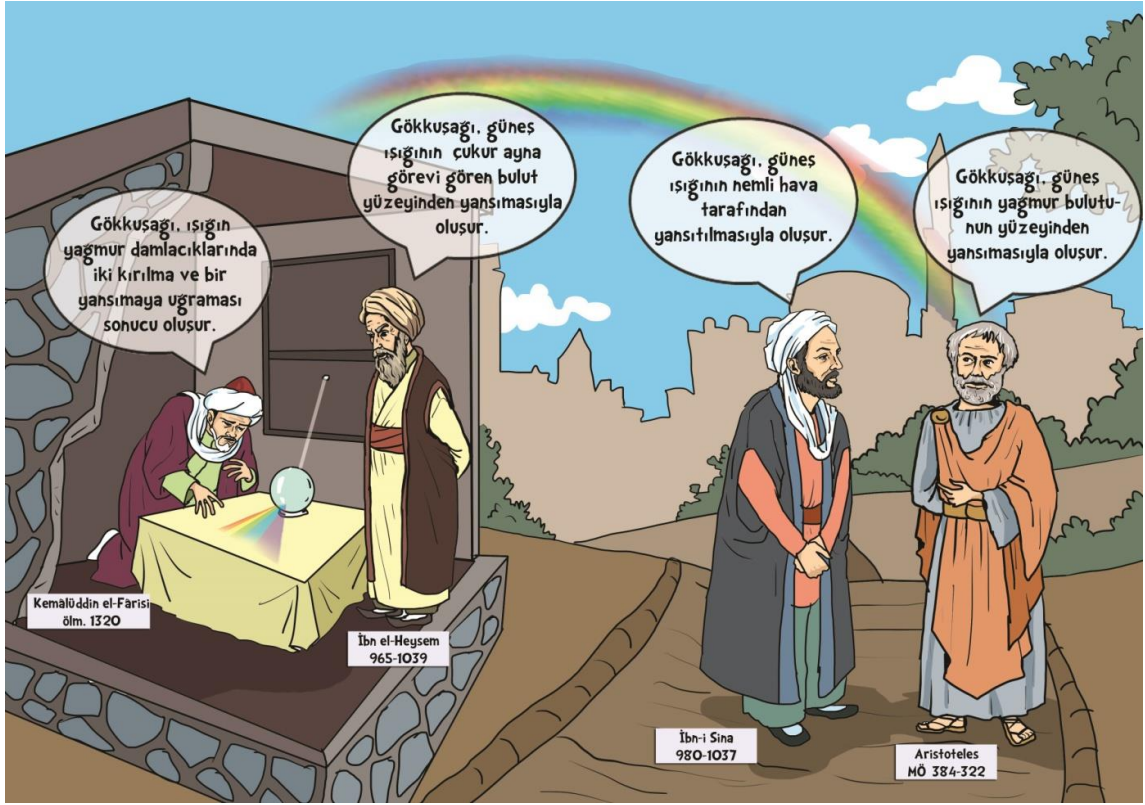
Birçoğumuz yağmurun ardından beliren güneşle birlikte gökkuşağının büyüleyici etkisine tanıklık etmişizdir. Ne zaman bir yağmur yağsa peşinden gökyüzünde güneşin güçlü bir şekilde parıldamasını bekleriz, gökyüzünde heybetli bir şekilde uzanan gökkuşağını bir daha seyredebilmek için.



Şimdiye kadar yaptığınız gözlemlerden yola çıkarak gökkuşağlarının oluşabilmesi için hangi koşulların gerekli olduğunu düşünüyorsunuz? Ayrıca gökkuşağının nerede ve nasıl oluştuğunu düşünüyorsunuz?

Gökkuşağının yağmur ve güneşle bağlantılı olduğunu fark eden Aristoteles, gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklamaya çalışmıştır. Ona göre gökkuşağı güneş ışınlarının yağmur bulutunun yüzeyinden yansıyarak gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla oluşmaktadır. Aristoteles'e karşı İbn-i Sina gökkuşağı oluşumunun bu yoğun bulutların olmadığı yerde gerçekleştiğini tespit etmiştir. Böylece İbn-i Sina gökkuşağının, güneş ışınlarının içerisinde çığ taneleri bulunan nemli hava tarafından yansıtılmasıyla oluştuğunu belirtmiştir.

İbn-i Sina'dan yaklaşık 15 yaş daha büyük olan çağdaşı İbn el-Heyssem de gökkuşağının nasıl oluştuğunu merak etmiş ve içi suyla dolu küresel cam bir kap ile deneyler yaparak gökkuşağının nasıl oluştuğunu anlamaya çalışmıştır. Bu deneyleri sonucunda gökkuşağının, güneş ışınlarının yansıtıcı bir yüzey görevi gören bulutun üzerine düştüklerinde yansımaya uğrayarak oluştuğunu belirtmiştir.



Kemâlüddîn el-Fârisî önceki bilim insanlarının, gökkuşağının oluşumuyla ilgili ışığın su damlasındaki basit yansımaya sonucu oluştuğu şeklindeki açıklamalarını yeterli ve doğru görmemiştir. İbn el-Heyssem gibi billur bir küreyi karanlık bir odaya, sadece bir delikten güneş ışığı kürenin üzerine düşecek şekilde yerleştirmiş ve meydana gelen renkli görüntüyü, yani gökkuşağını incelemiştir. Bu şekilde yaptığı sistematik deneyler sonucunda gökkuşağının, ışığın yağmur damlacıklarında iki kırılma ve bir yansımaya uğraması sonucu oluştuğunu belirlemiştir.

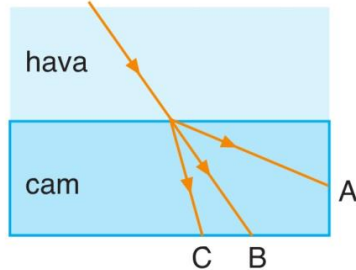
İbn el-Heysem ile Kemâlüddîn el-Fârisî'nin yaptıkları deneylerin aynı olmasına rağmen farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Bunun sebebi sizce nedir? İbn el-Heysem'in ünlü bilim insanı Aristoteles'in etkisinde kalmış olması olabilir mi?

G.10  
s.12

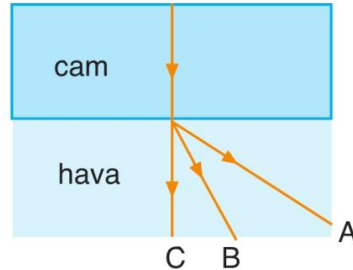
Bir önceki bölümde cam bir prizmadan ışığın geçişini incelediğimiz deneyde ve Kemâlüddîn el-Fârisî'nin yaptığı bu deneylerde elde edilen renkleri gökkuşağında da görürüz. Ancak bu olayda kırılmaya sebep olan ortam yağmur damlacıklarıdır.

## Kendimizi Değerlendirelim

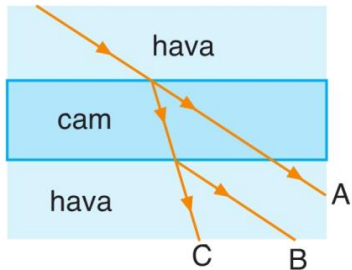
1. Aşağıdaki şekillerde verilen ortamların yoğunluklarını göz önüne alarak kırılan ışığın A, B ve C ışınlarından hangisi olduğunu işaretleyiniz.



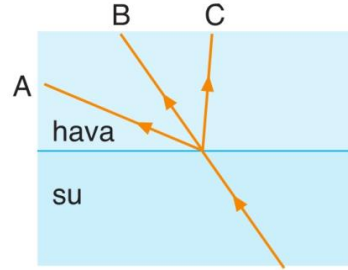
I. şekil



II. şekil

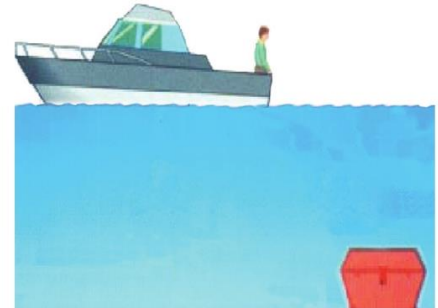


III. şekil



IV. şekil

2. Suyun içindeki cisimler dışarıdan bakıldığında buldukları yerden farklı bir noktada görünür. Yandaki resimde adamın sudaki batığı hangi noktada göreceğini gösteren çizimi defterinize yapınız.
3. Gökkuşağının oluşmasının sebebini açıklayınız.



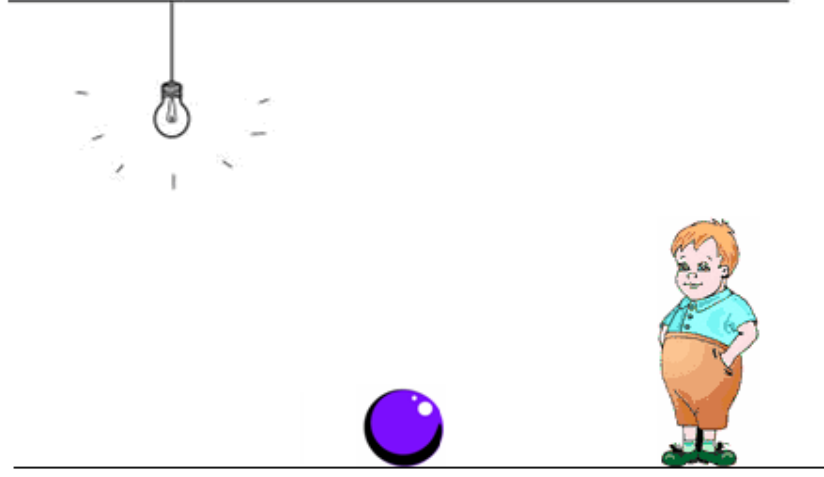
**İLKÖĞRETİM**

*FEN ve TEKNOLOJİ*

**7**

**ÇALIŞMA KİTABI**

**Etkinlik-1:** Görme olayının nasıl gerçekleştiğini düşünüyorsunuz? Göz ile ışık arasında nasıl bir ilişki vardır? Düşüncelerinizi aşağıdaki şekil üzerinde çizim yaparak gösterebilirsiniz. Ayrıca görüşlerinizi aşağıda boş bırakılan yere yazabilirsiniz.



.....

.....

.....

.....

### **Deney-1: Beyaz Işığın Prizmadan Geçişi**

#### **Gözlemlerim**

- Beyaz ekran üzerinde hangi renkleri gözlemlediniz?

.....

.....

.....

#### **Çıkarımlarım**

- Gözlemlediğiniz bu farklı renkteki ışınların nasıl oluşmuş olabileceğini elinizdeki verileri kullanarak açıklamaya çalışınız?

.....

.....

.....

**Görüş-1:** Sizce Newton, kırmızı ışığın girdiği prizmadan farklı renkte ışınların çıktığını gözlemleseydi nasıl bir sonuca varırdı? Ya da siz Newton'un yerinde olsaydınız nasıl bir sonuca varırdınız?

.....

.....

## **Deney-2: Renklerin Birleşimi Beyaz mıdır?**

### **Gözlemlerim**

- Daire hızla dönerken renklerin görünümünde nasıl bir değişiklik meydana gelmiştir?

### **Çıkarımlarım**

- Bu değişikliğin nasıl meydana gelmiş olabileceğini açıklamaya çalışınız.

## **Deney-3: İlginç Renkler**

### **Gözlemlerim**

- Yaptığınız deneyle ilgili gözlem verilerinizi buraya yazın.

### **Çıkarımlarım**

- I. aşamada algılanan renkler II. aşamada da eksiksiz olarak gözlemlendi mi? Sonuçları yorumlayınız.

- Bayrakları oluşturan renklerden bazıları II. aşamada kullanılan ışığın rengine bağlı olarak farklı renklerde algılandı mı? Neden?

.....

.....

.....

- Etkinlik beyaz zemin yerine sırasıyla, yeşil ve mavi zemin üzerinde yapıldığında hangi renk bayraklar zeminden ayırt edilemedi? Neden?

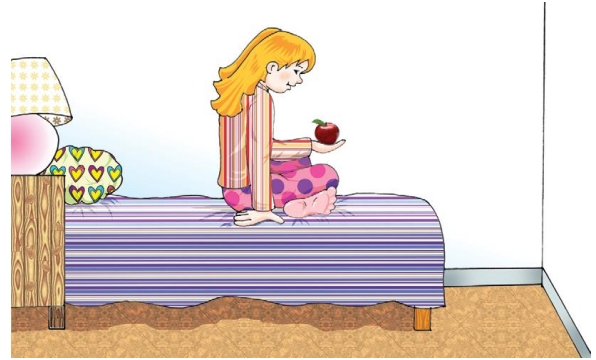
.....

.....

.....

## Etkinlik-2: Neden Acaba?

Elif duvarları ve tavanı beyaz görünen odasında elindeki elmayı kırmızı görür. Ortamdaki tek ışık kaynağı olan ampulden yayılan ışığın vücudu tarafından engelleneceği için elmanın görünmemesi gerektiğini düşünerek bu duruma şaşırır.



Ayrıca, lamba beyaz ışık yaydığı hâlde elmanın neden kırmızı görüldüğünü merak eder. Elif'in karşı karşıya bulunduğu durumda şaşkınlığını ve merakını giderecek cevaplar içeren aşağıdaki soruları yanıtlayalım.

Elif'in elmayı nasıl gördüğünü şekil üzerinde çizerek birkaç cümle ile açıklayınız.

.....

.....

Ampul beyaz ışık yaydığı hâlde elmanın neden kırmızı görüldüğünü açıklayınız.

.....

.....

Elif'in sağ elinde birer parça beyaz ve siyah kâğıt olduğunu düşünün. Bu kâğıtların nasıl görüldüğünü açıklayınız.

.....




.....



### Etkinlik-3: Nasıl Değişir?

Merve ile Aylin mağazadan turuncu bir tişört alırlar. Eve dönüş yolunda rastladıkları arkadaşlarına tişörtü göstermek için paketi açtıklarında tişörtün turuncu değil kırmızı olduğunu fark ederler. Merve kendilerine yanlış tişörtün verildiğini düşünür. Aylin ise cismin renginin onu aydınlatan ışığın rengine göre değişebileceğini belirterek ellerindeki tişörtün mağazada beğendikleri tişört olduğunu söyler. Merve'yi ikna etmek için öncelikle güneş ışığı altında kırmızı, mavi ve yeşil görünen üç ayrı tişört edinir. Bu tişörtlere el feneri ışığı altında birlikte bakarlar. Daha sonra güneş ışığı altında kırmızı, yeşil ve mavi görünen üç ayrı plastik dosya temin eder. Bu plastik dosyaları sırasıyla el fenerinin önüne yerleştirerek tişörtlere bu dosyalardan geçen ışık altında bakarlar. Aylin gözlem sonuçlarını aşağıdaki tabloya kaydeder. Tişörtlerin hangi durumda hangi renkte görüldüğüne ilişkin kayıtlar nasıl olmalıdır? Tabloya yazınız.



Tişörtler	Kırmızı ışık altında	Yeşil ışık altında	Mavi ışık altında
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....

### Etkinlik-4: Dünya Mavi, Ay Gri

Cisimlerin görüldüğü renk göze ulaşan ışık ile ilgilidir. Cisimler kendilerinden yayılarak veya yansarak göze ulaşan ışığın renginde görünür. Bir gök cismi olan Dünya uzaydan çekilmiş uydu fotoğraflarında ağırlıklı olarak mavi, uydusu olan Ay ise gri görünür. Bu fotoğraflarda Dünya'nın mavi, Ay'ın gri görünmesini yukarıdaki bilgiler ışığında nasıl açıklarsınız?

.....

.....

.....

.....

.....





.....

.....

.....

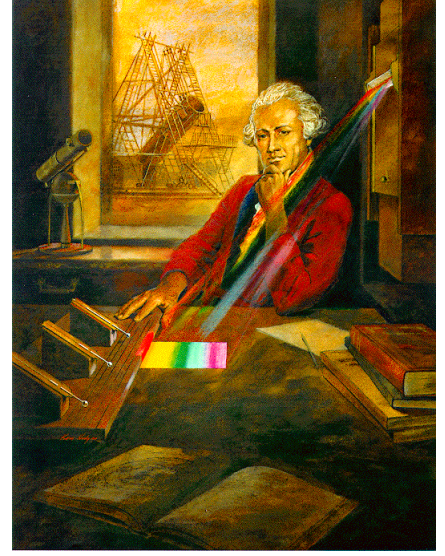
.....

.....

### Etkinlik-5: (Okuma Parçası)

#### Bizim Göremediğimiz Işık Türleri de Var mıdır?

1799 ve 1800 yıllarında William Herschel, ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için bir dizi deney yapmıştır. Bu deneylerden birinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürüp sıcaklık artışlarını kaydetti. Herschel, bu deneyler sonucunda, gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında, en düşük sıcaklık artışının mor ışıkta olduğunu belirledi. Tayfın diğer ucundaki kırmızı ışık ise daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konulduğunda gözlenmekteydi.



Herschel, ışığın olmadığı bir yerde termometredeki bu sıcaklık artışının kırmızı ışıktaki artıştan daha fazla olduğunu görmüştür. Bu gözlemiyle hayretlere düşen Herschel, gözle görünmeyen farklı bir tür dalga enerjisi olabileceğini düşündü. Her ne kadar da onu göremese de etkisini açıkça görebiliyordu. Herschel, bulduğu bu enerjiye kırmızı ışığın ötesinde olduğu için kızılötesi ışın adını verdi. Ancak daha sonraları, içlerinde Thomas Young gibi ünlü fizikçilerin de bulunduğu diğer bilim insanları araştırmaları sonucunda her iki ışıkta benzer olduğunu ortaya koydular. Bugün ise görünür ışık ve kızılötesi ışınımın, “**elektromanyetik tayf**” adı verilen geniş bir dalga enerjisi tayfının birer parçası olduğu kabul ediliyor. İnsan gözü, belli bir dalga boyu aralığına duyarlı özel sinir uçlarına sahip olduğu için ancak tayfın o aralığındaki ışığı görebilir; tayfın diğer dalga boylarını içeren kısmı ise insan gözü için görünmezdir. Başka bir deyişle insan gözü bu ışınları yapısı gereği algılayamamaktadır.

Radyo dalgaları bir uçta, görünür ışık ortalarında bir yerde, gama ışınlarıysa öteki uçta yer alır. Akkor hâline gelmiş bir tel veya ısınmış bir tost makinesinin yaydığı kızıl ötesi ışınlar (infrared), kırmızı ışığın hemen dışında yer alır ve özel filmlerle karanlıkta fotoğraf çekmede kullanılır. Tenimizi bronzlaştıran mor ötesi (ultraviyole) ışınlar, mor ışığın hemen altında yer alır. Güneş, ışık tayfının neredeyse tümünden ışık yayar. Ancak en fazla ışımayı bizim görebildiğimiz renklerde yapar. Yıldırım ve şimşek olayları sırasında yayılan ışınların büyük bir bölümü mor ötesi ışınlardır

### Etkinlik-6: Hangi Araç Hangi Işık?

Aşağıda verilen fotoğrafları inceleyelim. Fotoğraflara ait numaraları kullanarak soruları cevaplayalım.



a. Araçlardan hangisi ya da hangilerinin çalışması görünür ışığın etkisiyle olur?

.....

b. Ultraviyole ışınlarının etkisiyle çalışan araçlar hangileridir?

.....

c. Araçlardan hangisi ya da hangilerinin işlevini yerine getirmesi kızıl ötesi ışınların etkisiyle gerçekleşir?

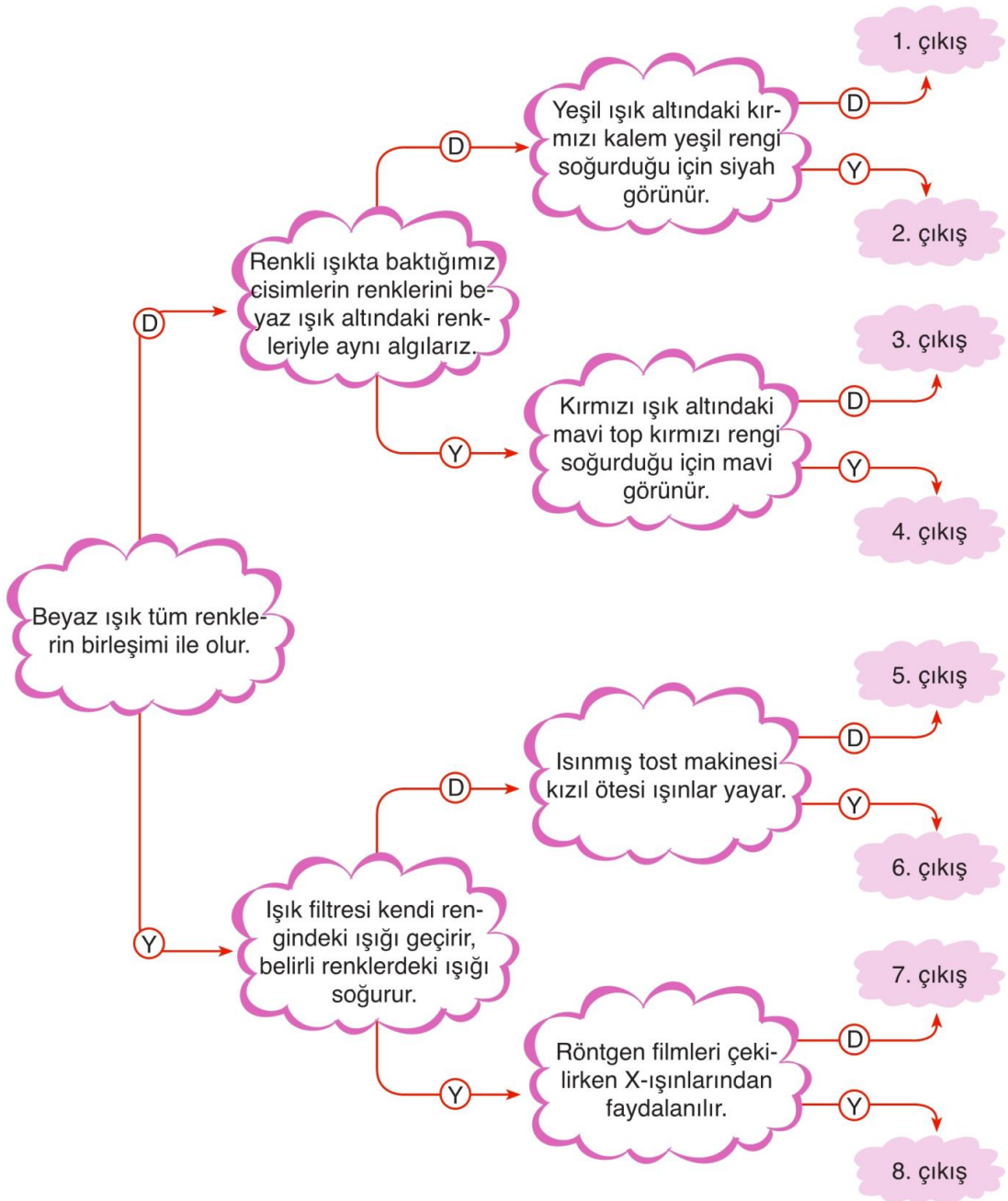
.....

ç. Araçlardan hangisi ya da hangileri radyo dalgalarının kullanımıyla çalışır?

.....

### Etkinlik-7: Doğru Çıkışı Bulalım

Aşağıdaki cümlelerin doğru veya yanlış olduğuna karar verelim. Cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" harfi ni işaretleyerek doğru çıkışa ulaşalım.



**Görüş-7:** Işığın nasıl bir yol izlediğini nasıl belirleyebilirsiniz? Bunu belirleyebilmek için bir deney ya da gözleme ihtiyaç duyar mısınız?

.....  
.....  
.....  
.....

#### **Deney-4: Işık Nasıl Kırılıyor?**

##### **Gözlemlerim**

- Değişik gelme açıları ile havadan cama gönderilen ışığın bu maddesel ortamları ayıran sınırdaki açıları değişti mi?

.....  
.....  
.....

##### **Çıkarımlarım**

- Cam üzerine önce dik sonra da dik olmayan değişik açılarla gönderilen ışığın takip ettiği yollar karşılaştırıldığında nasıl bir sonuca varılır?

.....  
.....  
.....

- Işığın takip ettiği yolun nasıl değiştiğini açıklamaya çalışınız.

.....  
.....  
.....

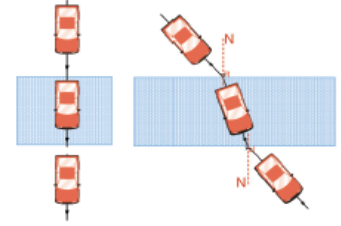
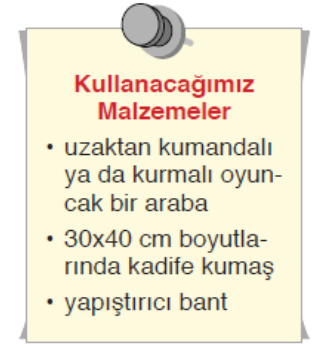
**Görüş-8:** Batlamyus da İbn el-Heysem gibi ışığın hızının gittiği ortamın yoğunluğuna göre değiştiğini biliyordu. Ancak Batlamyus, birçok deney ve gözleme yapmasına rağmen ışığın nasıl kırılmaya uğradığına dair bir açıklama getirememiştir. Bunun sebebi sizce hayal gücü ve yaratıcılığın etkisi olabilir mi?

.....  
.....  
.....  
.....

## Etkinlik-6: Işık Kırılmasına Benziyor

### Etkinliğin Yapılışı

- Bir masanın üzerine kadife kumaşı serelim ve yerinden kaymaması için kenarlarından bantla yapıştıralım.
- Oyuncak arabayı kuralım ve 25-30 cm uzaklıktaki bir noktadan kumaşın üzerine dik olarak gönderelim.
- Arabanın kadife kumaşın üzerine çıkmadan, kadife kumaşın üzerine çıkarken ve kadife kumaşı terk ederken yaptığı hareketleri gözlemleyelim.
- Daha sonra aynı noktadan arabayı bir miktar eğik gönderelim.
- Bu durumda da arabanın hareketini kadife kumaşın üzerine çıkmadan, kadife kumaşın üzerine çıkarken ve kadife kumaşı terk ederken gözlemleyelim.



### Ulaştığımız Sonuç

- Kumaş üzerine önce dik sonra eğik gönderilen arabanın hareketinde hangi durumda, ne tür değişimler oldu?

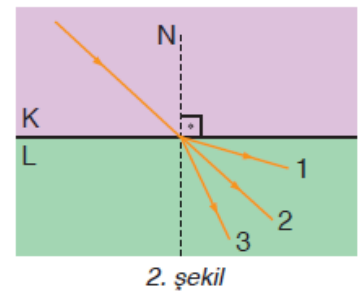
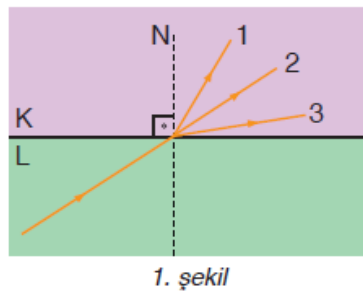
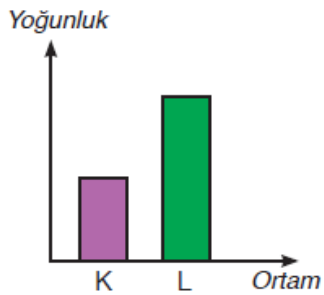
.....  
.....

- Işığın yayılırken ortam değiştirmesi sırasında meydana gelen değişikliklerle burada gözlenen değişiklikler arasında ne tür benzerlikler kurulabilir?

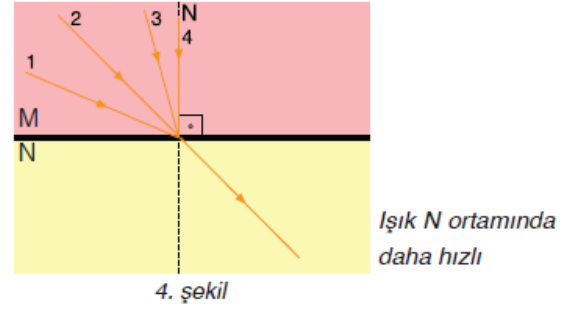
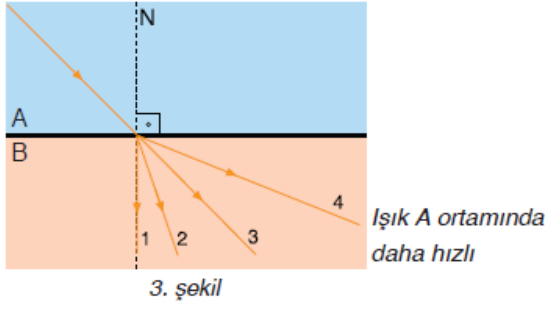
.....  
.....

## Etkinlik-7: Uygun Işın Hangisi?

- A. Grafikten faydalanarak 1. şekilde L ortamından K ortamına, 2. şekilde K ortamından L ortamına geçen ışınların hangi yolu takip edeceğini belirleyiniz.



B. Aşağıdaki şekillerin altında verilen bilgileri kullanarak 3. şekilde kırılan ışığın, 4. şekilde gelen ışığın hangisi olacağını belirleyiniz.



### Deney-5: Çok Yoğundan Az Yoğuna

#### Gözlemlerim

- Yaptığımız bu deneydeki gözlemlerimizi bir şekil üzerinde gösterelim.

#### Çıkarımlarım

- Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama gönderilen ışık ışınları her durumda ikinci ortama geçti mi? Sonuçlarını yorumlayınız.

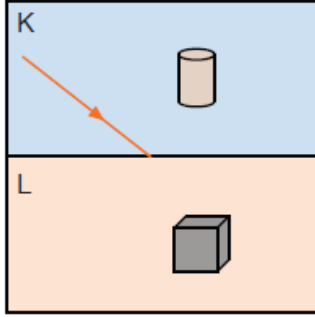
.....

.....

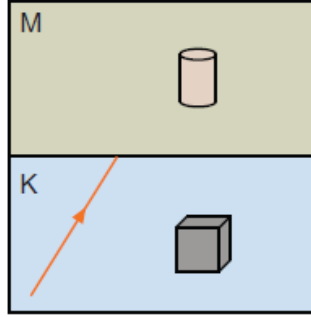
.....

.....

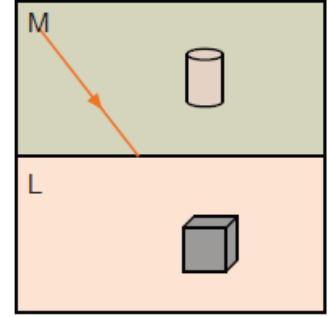
### Etkinlik-8: Tahmin Edelim



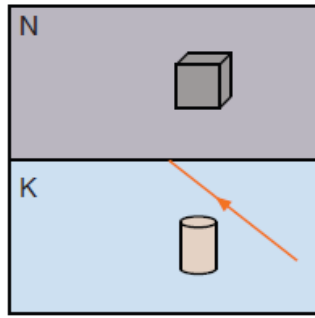
1. şekil



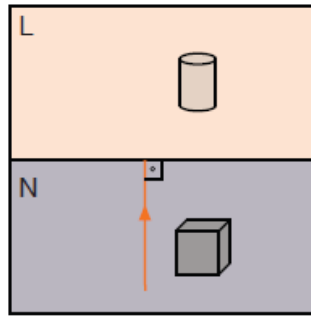
2. şekil



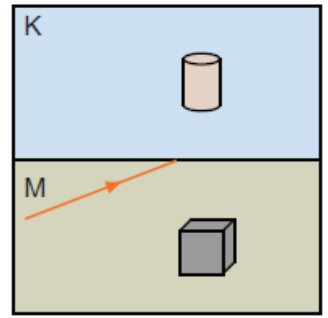
3. şekil



4. şekil



5. şekil



6. şekil

K, L, M ve N farklı saydam ortamları;  $V_K, V_L, V_M$  ve  $V_N$  ise ışığın bu ortamlardaki yayılma hızlarını göstermektedir.  $V_K > V_L > V_M > V_N$  olduğuna göre;

a) Hangi şekillerdeki ışın tam yansımaya uğrayabilir?

.....

b) Hangi şekillerdeki silindirler diğer ortamdan bakıldığında ortamları ayıran sınıra olduğundan uzak görünür?

.....

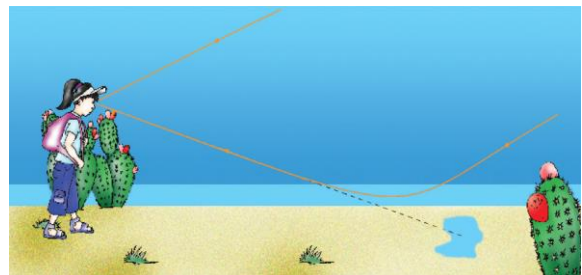
c) Verilen şekillerin hangilerindeki dikdörtgenler prizması diğer ortamdan bakıldığında ortamları ayıran sınıra olduğundan yakın görünür?

.....

### Etkinlik-9: Neden Serap Görürüz?

Resimde görülen serap olayını açıklayalım.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





### **Deney-6: Gözlerimiz Yanılıyor mu?**

#### **Çıkarımlarım**

- Fincan boş olduğunda içindeki madenî para görünmezken su konulduktan sonra paranın görünmesini nasıl açıklarsınız? Açıklamanızı desteklemek için su dolu fincandaki paradan gözüne ulaşan ışığın yolunu çiziniz.
- Bu açıklamanızı yaparken ışığın yolunu hangi verilere dayanarak çizdiniz?



.....

.....

.....

.....

### **Etkinlik-10: Balıkçı Olsaydım**

**a) Balığı zıpkın ile avlamak**  
isteseniz zıpkını hangi doğrultuda atarsınız? Neden?

.....

.....

.....

.....



**b) Balığı lazer tabancası ile avlamak**  
isteseniz nereyi nişan alırsınız? Neden?

.....

.....

.....

.....



**Görüş-10: İbn el-Heysem ile Kemâlüddîn el Fârisî'nin yaptıkları deneylerin aynı olmasına rağmen farklı sonuçlara ulaşımlardır. Bunun sebebi sizce nedir?**

.....

.....

.....

.....

## Ek 2. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi

Sevgili öğrenciler bu anket, bilim ile ilgili görüşlerinizi almak amacıyla hazırlanmıştır. Yöneltilen sorular ile ilgili düşüncelerinizi boş bırakılan yerlere yazınız. Teşekkür ederiz.

Ad Soyadı:  
Sınıf:

Okul No:  
Okul:

1. Size göre fen nedir?

.....

2. Fen bilimlerini diğer (felsefe, tarih vb.) bilimlerden ayıran özellikler nelerdir?

.....

3. Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir? Örnek vererek açıklayınız.

.....

4. Bilim insanları bilimsel bilgiler üretirler. Bu bilgilerin bir kısmı sizin kitaplarınızda yer almaktadır. Bu bilgilerin gelecekte **değişebileceğini** düşünür müsünüz?

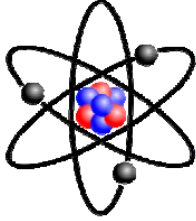
Evet

Hayır

Cevabınızın niçin evet veya hayır olduğunu örnek vererek açıklayınız.

.....

5.



Maddeler atom adı verilen taneciklerden oluşmaktadır. Yandaki şekilde bir atom modeli görülmektedir.

A) Size göre bilim insanları atomun yapısı hakkında kesin bilgilere sahip midirler?

Evet

Hayır

Cevabınızın niçin evet veya hayır olduğunu **örnek vererek** açıklayınız.

.....

B) Bilim insanları atomun yapısına nasıl karar vermişlerdir?

.....

6.



Dinozorlar milyonlarca yıl önce yaşamıştır.

A) Bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını nasıl bilirler?

.....

B) Dinozorların neye benzediği örneğin derilerinin rengi, gözlerinin şeklini anlatmak için bilim insanları hangi kanıtları kullanırlar?

.....

C) Bilim insanları dinozorların neye benzedikleri konusunda emin midirler?

Evet  Hayır

Cevabınızın niçin evet veya hayır olduğunu **örnek vererek** açıklayınız.

.....

7. Bilim insanları deney ve araştırmalar yaparak sorularına cevap bulmaya çalışırlar.

A) Bilim insanlarının deney ve araştırmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünür müsünüz?

Evet  Hayır

Cevabınızın niçin evet veya hayır olduğunu **örnek vererek** açıklayınız.

.....



***Bir üstteki soruya evet cevabı verdiyseniz, aşağıdaki soruyu cevaplandırmayı unutmayınız.***

B) **Eğer cevabınız evet ise** bilim insanının araştırmasının hangi aşama veya aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılığını kullandığını düşünürsünüz? Bir örnekle açıklayınız.

Araştırma konusu seçme ve çalışmayı planlama

Deney ve gözlem yapma

Elde ettiği verileri yorumlama ve sonuca varma

.....

8. Toplumun bilim üzerindeki etkilerine yönelik iki farklı görüş mevcuttur.

I) Bilimsel bilgilerimiz bu bilgileri ortaya koyan bilim insanların içinde yaşadıkları toplumun ihtiyaçları, inançları, yaşam tarzı, kültürel değerleri, gelenekleri ve göreneklerinden etkilenir. Toplum, bilimin gelişmesinde ve şekillenmesinde önemlidir.



II) Bilim insanların yaptıkları çalışmalar toplumdaki bağımsızdır. Bilim insanların içinde yaşadıkları toplumun ırk, din, gelenek ve görenekleri yaptığı çalışmaları etkilemez. Bilimsel bilgiler dünyanın her yerinde herkes tarafından aynı biçimde algılanır.

Siz bu düşüncelerden hangisine katılırsınız? ( ) I ( ) II  
Niçin böyle düşündüğünüzü örneklerle açıklayınız.

9. Ülkemiz deprem kuşağında yer alan bir ülkedir. Zaman zaman birçok insanın ölümüyle sonuçlanan büyük depremler yaşanmıştır. Bilim insanları Marmara Bölgesi'nde, özellikle İstanbul'u etkileyecek deprem beklemektedirler. Ancak depremin ayrıntıları hakkında farklı fikirler ileri sürmektedirler.



Deprem 1 veya 2 yıl gibi çok kısa zaman içinde meydana gelecektir. Deprem en az 7.2, en fazla 8 büyüklüğünde olacaktır ve deprem sonucunda büyük deniz dalgaları (tsunami) oluşacaktır.

Deprem en fazla 7.2 büyüklüğünde olacaktır. Beklenen deprem en az 5 veya 6 yıl sonra yaşanacaktır. Deprem sonrasında oluşacak deniz dalgaları (tsunami) ise hasar yaratacak boyutlarda olmayacaktır.

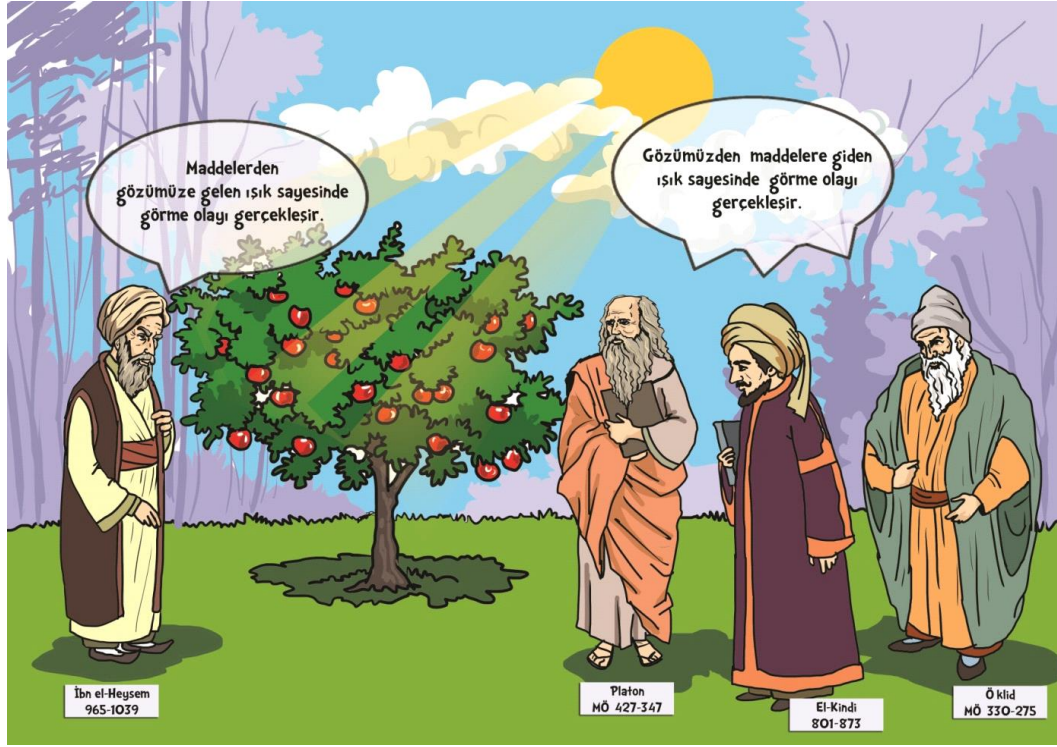


A) Bilim insanları aynı verilere sahip olmalarına rağmen böyle farklı sonuçlara nasıl ulaşmış olabilirler?

B) Hangi gruptaki bilim insanların doğru söylediğine karar vermek mümkün müdür? Niçin?

### Ek 3. Bilim Tarihi illüstrasyonlarıyla Desteklenmiş Çalışma Yaprakları

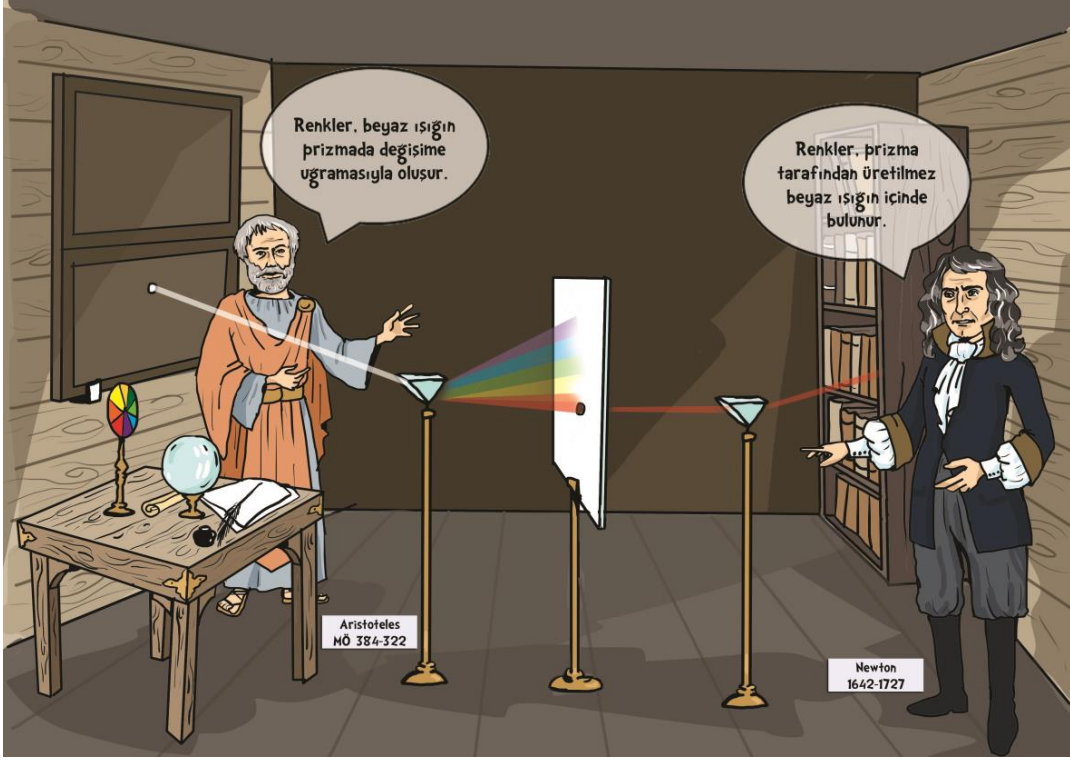
#### Görme Olayı Nasıl Gerçekleşir?



Bilim tarihi boyunca birçok bilim insanı görme olayının nasıl gerçekleştiğini merak etmiştir. Bu sebeple görme olayının nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışmışlardır. Yukarıdaki görselde farklı zamanlarda yaşayan bilim insanlarının görme olayıyla ilgili görüşleri yer almaktadır.

- ❖ Sizce görme olayı nasıl gerçekleşmektedir?
- ❖ Görme olayıyla ilgili görüşünüzü destekleyebilecek delilleriniz nelerdir?
- ❖ Bilim insanlarının görme olayıyla ilgili bu farklı açıklamalarının nedeni sizce nedir?
- ❖ Bilimsel bilgi değişebilir mi? Örnek vererek açıklayınız.

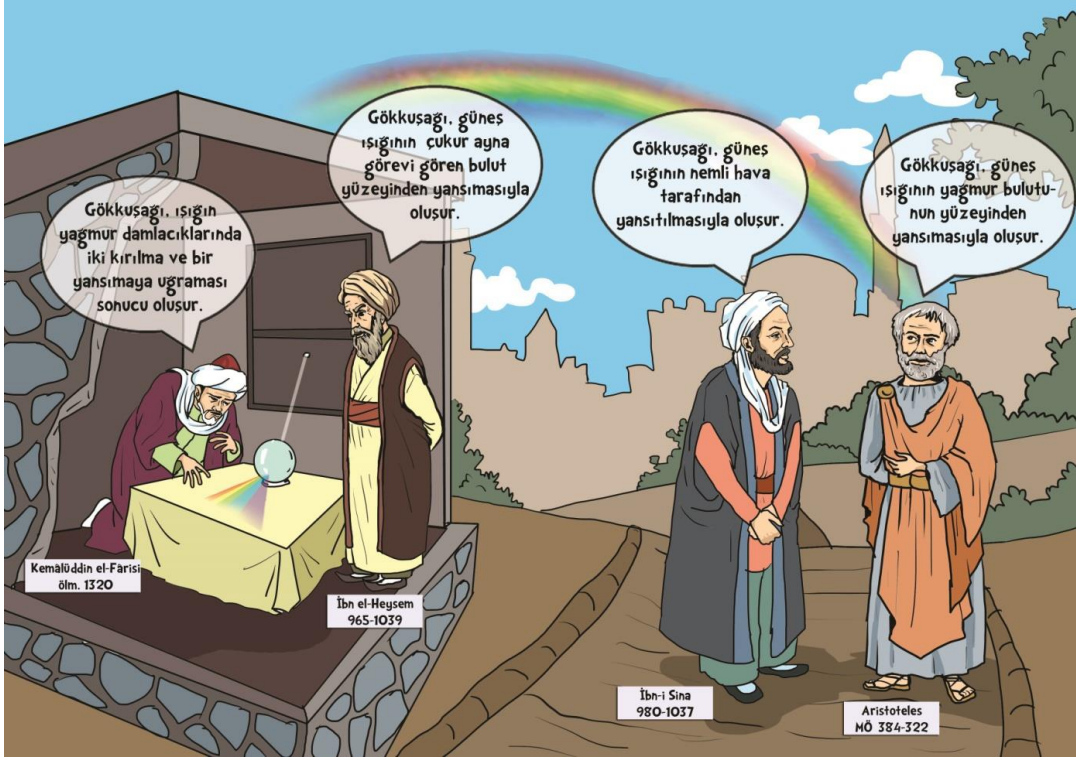
## Renkler Nasıl Oluşur?



Bilim tarihine bakıldığında ışık ve renk birçok bilimcinin merak konusu olmuştur. Renklerin nasıl oluştuğunu merak eden bilim insanları bunu açıklamaya çalışmışlardır. Yukarıdaki görselde ise bu bilim insanlarının renklerin oluşumuyla ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

- ❖ Renklerin nasıl oluştuğunu düşünüyorsunuz?
- ❖ Aristoteles ile Newton'un görüşleri neden farklılık göstermektedir?
- ❖ Bilim insanları çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandığını düşünüyor musunuz? Örnek vererek açıklamaya çalışınız.
- ❖ Gözlem ile çıkarım arasındaki farkı açıklamaya çalışınız? Yukarıdaki prizma deneyinde Aristo ve Newton'un gözlemlerini ve bu gözlem ile elde ettikleri çıkarımları belirtiniz.

## Gökkuşağı Nasıl Oluşur?



Gökyüzünde heybetli bir şekilde uzanan gökkuşağı birçok insanın ilgisini çekmiştir. Gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklamaya çalışan bilim insanlarının görüşleri yukarıdaki görselde yer almaktadır. Ayrıca görselde İbn el-Heyssem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin aynı deneyi yaptıkları fakat farklı sonuçlara ulaştıkları görülmektedir.

- ❖ Sizce gökkuşağı nasıl oluşmaktadır?
- ❖ Gökkuşağının oluşumuyla ilgili bilim insanlarının görüşlerinin neden değiştiğini açıklamaya çalışınız.
- ❖ Bilimse bilgilerin üretilmesinde deney ve gözlemlerin etkisi var mıdır? Açıklayınız.
- ❖ İbn el-Heyssem ile Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin aynı deneyi yapmalarına rağmen gökkuşağının oluşumunu farklı şekillerde açıklamışlardır. Bunun sebebi sizce ne olabilir?

#### **Ek 4. Ders Öğretmeni İle Yapılan Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları**

1. Bilimin doğası konusunda bilgi sahibi olmanız, bilim tarihi entegre edilmiş ders materyalini uygulamanızı kolaylaştırdı mı? Nasıl?
2. Işık ünitesine bilim tarihinin entegre edilmesi öğrencilerin derse katılım ve ilgilerini nasıl etkiledi?
3. Işık ünitesinin bilim tarihi entegre edilerek işlenmesi öğrencilerin bilimsel sorgulama yapmalarını nasıl etkilemiştir?
4. Bilim tarihi entegre edilen ışık ünitesini işlemeniz mesleki gelişiminize bir katkısı oldu mu? Nasıl?
5. Bu materyalin bilimle ilgili sahip olduğunuz anlayışa bir katkısı oldu mu?
6. Bu derste elde ettiğiniz deneyimlerinizi diğer derslerde de yansıttığınız oldu mu?
7. Bu dersi işlerken karşılaştığınız zorluklar ve bunların çözümü için önerileriniz nelerdir?
8. Bilim tarihi entegre edilerek işlenen bu derste ilginizi neler çekti? Ne gibi yönlerini faydalı buldunuz?
9. Öğretim materyalindeki illüstrasyonları nasıl buldunuz? Öğrencilerin ilgisini çekti mi? Sınıf içi tartışma ortamı sağladı mı?
10. Öğretim materyalindeki illüstrasyonlar öğrencilerin bilim ve bilim insanı imajı, bilimin doğası anlayışları ve konuyu daha iyi kavramalarına etkisi olduğunu düşünüyor musunuz?



## Ek 5. Yasal İzin



T.C.  
RİZE VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 96972123-100/1664416  
Konu : Tez Çalışması

25/04/2014

### VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün 17/04/2014 tarih ve 42128824/300-418 sayılı yazısı.

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ilgi yazılarında; İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı tezli yüksek lisans programı 102606004 numaralı öğrencisi Fatih DEVE'nin "**Bilim Tarihli Destekli Işık Ünitesinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışlarına Etkisi**" konulu yüksek lisans tez çalışmasını Çayeli ilçesi Yamantürk Ortaokulunda yapmak istediğini belirtmektedir.

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Fatih DEVE'nin Çayeli Yamantürk ortaokulunda gönüllülük esasına dayalı olarak uygulama yapması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Baki KESİCİOĞLU  
Müdür a.  
Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

OLUR  
25/04/2014

Mustafa KALENDER  
Vali a.  
Millî Eğitim Müdür Vekili

Güvenli Elektronik İmza  
ASLI İLE AYKIRDIR  
25.04.2014  
Kemal KILIÇ  
Bilgisayar İşletmeni

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. Evrak teyidi <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 0b67-6417-350a-8b42-e989 kodu ile yapılabilir.

Rize Valiliği Hizmet binası Kat:3  
Elektronik Ağ: [www.rize.meb.gov.tr](http://www.rize.meb.gov.tr)  
Tel: (464) 21 304 54 Faks: (464) 21 304 41

Ayrıntılı bilgi için: Eyip SOLMAZ Şb.Md.  
e-posta: [esolmaz@meb.gov.tr](mailto:esolmaz@meb.gov.tr)  
e-posta: [temelegitim53@meb.gov.tr](mailto:temelegitim53@meb.gov.tr)

## ÖZGEÇMİŞ

Fatih DEVE, 03/09/1988 tarihinde Bayburt'ta doğdu. İlköğretimini 2002 yılında İstanbul/Bayrampaşa Prof. Dr. Muharrem Ergin İlköğretim Okulu'nda ve Ortaöğretimini 2005 yılında İstanbul/Bayrampaşa Sağmalcılar Lisesi'nde tamamladı. 14/09/2006 tarihinde başladığı lisans eğitimini 06/07/2010 tarihinde Atatürk Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nde tamamladı. 2011 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Bölümü'nde başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir.