

The Effect of History of Science-Based Light Unit on the 7th Grade Students' Nature of Science Views*

Fatih Deve¹ & Mehmet Küçük²

¹National Ministry of Education, Turkey

²Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Education, Turkey

Received: 22 March 2016; Accepted: 29 July 2016

Abstract

The aim of this study is to prepare teaching materials supported by history of science and to examine the effect of this teaching material on students' understanding of the nature of science. The study was carried out with 20 students in the 7th grade light unit during 11 hours of 3 weeks. This work is an interpretive work because it focuses on the meanings that students place on the elements of the nature of science. The teaching material is based on the use of history of science in teaching. In order to be integrated into the teaching material, the history of science stories and materials in the textbook are arranged in the nature of science. The data of the study were collected by questionnaires of first-last on the nature science and semi-structured interviews. Each student's before and after profiles of the nature of science were drawn and compared. In this way the influence of the activities on the students' understanding of the nature of science has been decided. This study has revealed that "weak" insights that students have about the elements of the nature of science have developed towards "adequate" level at the end of the study. Among the emphasized elements of the nature of science, it has been determined that the elements of "uncertain science" and "imaginative and creative" are more developed.

Key Words: Teaching of nature of science, history of science, historical approach, science education, light.

² Corresponding author: Phone: +90 464 532 8454

E-Mail : mehmet.kucuk@erdogan.edu.tr (Mehmet Küçük)

* This study was produced from the master thesis by the first author completed at Recep Tayyip Erdogan University, Turkey.

Bilim Tarihi Destekli Işık Ünitesinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğasıyla İlgili Görüşlerine Etkisi*

Fatih Deve¹ & Mehmet Küçük²

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye

Alındı: 22 Mart 2016; Kabul edildi: 29 Temmuz 2016

Özet

Bu çalışmanın amacı, bilim tarihi destekli öğretim materyali hazırlamak ve bu öğretim materyalinin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini 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 ders kitabında yer alan materyaller bilimin doğası bağlamında düzenlenmiştir. Çalışmanın verileri, ilk-son bilimin doğası üzerine görüşler anketi ve yarı yapılandırılmış mülâkatlar 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.

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

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). Bilim okur-yazarlığının en önemli boyutlarından birisi olarak görülen bilimin doğasının anlaşılması, son 15 yıldan beri en çok araştırılan

² Sorumlu yazar: Tel.: 0 464 532 8454

E-Posta : mehmet.kucuk@erdogan.edu.tr (Mehmet Küçük)

* Bu çalışma, birinci yazar tarafından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi’nde tamamlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

konular arasında yer almaktadır (Akerson & Abd-El-Khalick, 2000; Çil, 2010; Küçük, 2006; Liu & Lederman, 2002). Bu çalışmalarda, bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinin önemli bir ihtiyaç olduğu savunulmaktadır (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Driver vd., 1996; Lederman, 1992; Küçük, 2006). 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) Toplumunu 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.

Bir ilmin zihniyeti, ilmin kendisi değildir. Çünkü zihniyet, konudan başka bir şeydir (Topçu, 2011). Bilimin doğası da bilimden ve bilimsel bilgiden farklı bir anlama sahiptir. Bilimin doğası, bilim epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime veya bilimsel bilginin gelişiminin doğasında var olan inançlara ve değerlere atıfta bulunmaktadır (Lederman, 1992). Ancak bilim felsefecileri, tarihçileri, sosyologları ve fen eğitimcileri arasında bilimin doğasının özel bir tanımı üzerinde uzlaşma sözü 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, özeldir)
- 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 & Barman, 1995; Griffiths & Barry, 1993; Ryan & Aikenhead, 1992). Bu bağlamda yukarıda açıklanan unsurların öğrencilere nasıl öğretilbileceği ve bu süreçte hangi yöntemlerin kullanılabileceği üzerindeki tartışmalar hâlâ devam etmektedir.

Bu amaçla kullanılabilecek 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 & Lederman, 2000a). 1990’lı yıllara kadar yapılan çalışmalar, öğrencilerin bilimle ilgili etkinliklere katılarak bilimin doğası anlayışlarının ancak sınırlı bir düzeyde geliştiğini göstermiştir (Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe & 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 olabilmıştır (Carey vd., 1989; Liu & Lederman, 2002; Solomon vd., 1992).

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 & Lederman, 2000a), iyi bir şekilde tasarlanıp uygulanan tarihsel yaklaşımın, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde diğerlerine oranla daha etkili olabileceği belirtilmektedir (Irwin, 2000; Lin & Chen, 2002).

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

Tüm bu sayılan önemli yansımalarına karşın, ders kitaplarında hala bilim tarihine yeterince yer verilmediği ileri sürülmektedir (Kahraman, 2013; Kılıç, 2010; Yıldız, 2013). 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 (Brush, 1989; Şeker, 2012). Buna rağmen, literatür incelendiğinde Kuvvet (Stinner, 1994), Hareket (Şeker & Welsh, 2006), Elektromanyetizma (Seroglou vd., 1998), Yer Çekimi (Ayvacı, 2007), Atom Teorileri (Irwin, 2000), Evrim Teorisi (Abd-El-Khalick & 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 bakıldığında, ışığın ne olduğunun gizemli bir sorun olarak tarih boyunca ilgi çektiği görülmektedir. Uzunca bir dönem -güneş ışığı gibi- beyaz ışığın saf olduğuna yani renk içermediğine inanılmıştır. Birçok insan prizmaların, su yüzeyindeki yağın ve merceklerin gökkuşağı renklerinde bir ışık demeti yaratabildiğini görmüş olsa da genel kanıya göre bu renklerin ışığın değdiği cismin kendisinden geldiği düşünülmüştür. Newton ise -güneş ışığının- beyaz ışığın saf olmadığını birçok rengin bir karışımı veya birleşmesinden meydana geldiğini kanıtlamıştır. Renkli ışıkların nasıl oluştuğuyla ilgili tartışmalar devam ederken, bir diğer sorun da cisimleri nasıl gördüğümüzle ilgili olmuştur. Antik yunan bilginleri cisimlerin görünebilirliğini gözün yarattığı bir olay saymıştır. Örneğin, Epiküros (MÖ 341-270) görüntünün gözden kaynaklanan resimlerden oluştuğunu ileri sürmüştür, Platon ise gözün ve bakılan nesnenin saçtığı ışınların birleşimi olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, ışığın sonsuz hızla hareket ettiği görüşü daha yaygındır. Aslında doğal olanda budur; çünkü ışığın belli bir hızla devindiği sağduyuya pek yatkın bir düşünce değildir. Sonuç olarak, insanoğlu gözünü açar açmaz görebilmektedir. Işığın belli bir hızla ilerlediği düşüncesini ilk kez Danimarkalı astronom Römer ortaya koymuştur. Işığın belli bir hızla devindiği düşüncesi ister istemez başka bir soruya yol açmıştır: ışık nasıl devinmektedir? Huygens bu soruyu dalga kuramıyla, Newton ise parçacık kuramıyla yanıtlamıştır (Langone, Stutz & 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 olduğu ileri sürülebilir. Bu bağlamda, bilim tarihi 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 & Cooley, 1963) çalışmaları eğitimde bilim tarihinin kullanılmasında önemli adımlardır. Bu girişimlerin önemli etkilerinin olması istenmesine rağmen etkileyici başarıları ortaya çıkmamıştır (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 & Wandersee, 1995; Stinner, 1995; Wandersee, 1992). Bu yaklaşımlara dayalı yapılan çalışmalarda önemli sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen yine de beklenen yaygın etkiler görülmemiştir. Bu çalışmada ise, bilim tarihini öğretimde kullanma modeline dayalı hazırlanan bilim tarihi materyallerinin hedeflenen başarıyı ortaya koyabileceği varsayılmıştır (Şeker, 2012).

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 görevinin, keşifleri kaydetmek değil, bilimsel düşüncenin gelişimini, yani insan bilincinin gelişimini açıklamak olduğu açıktır. 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 (Kahraman, 2013; Kılıç, 2010; Yıldız, 2013). 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; Irwin, 2000; Klopfer & Cooley, 1963; Lin & Chen, 2002; Şeker, 2012), bilim ve bilim insanı imajı oluşturmada (Gümüş, 2009; Matthews, 1994), derslere karşı ilgilerinin artmasında (Şeker & Welsh, 2006; Solbes & Traver, 2003) ve kavramları öğrenmesinde (Ayvacı, 2007; Stinner & Williams, 1993) olumlu etkileri görülmektedir. Ayrıca fen eğitiminde bilim tarihinin kullanılması öğrencilerin bilim kültürünü kazanmalarına yardımcı olmaktadır (Güney & 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 & Miller, 2007; Wieder, 2006) öğrencilerin kendilerini bir bilim insanının yerine koyması bilim kültürü ile kurulan empatiye örnek olarak verilebilir (Güney & Şeker, 2012).

Bilim tarihinin derslerde kullanılmasına yardımcı olmak üzere geliştirilen çeşitli yaklaşımlar vardır: Hikâye biçimi, Kesikli hikâye biçimi, Hikâye örgüsü, Etkileşimli tarihi kesitler (Roach & Wandersee, 1995; Stinner, 1995; Wandersee, 1992). Bilim tarihi kullanımı konusundaki çalışmalar bu yaklaşımlara dayansalar da, eğitim teorilerine uygun kapsamlı bir modele dayanmadıkları için bilim tarihinin kullanımında önemli sonuçlar elde edilse bile yaygın bir etkisi görülmemiştir (Şeker, 2012). Şeker (2012) bilim tarihinin fen eğitimindeki rolünü açıklamak ve öğretim 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 İlgili 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; İlgili Düzeyi eğitimde duyuşsal alan ile ilgili kazanımlara ve yaklaşımlara dayanır.

Tablo 1

Bilim tarihini öğretimde kullanma modeli düzeyleri ve alt düzeyleri (Şeker, 2012)

Düzeyler	Alt Düzeyler	Bilgi türü	Yaklaşım	Hedef Kazanım	Öğretim Stratejisi	Örnek
Kavramsal Düzey	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 yapılandırılmış bilimsel sorunlar	Durumsal Öğrenme ve Otantiklik	Gerekçelendirme ve muhakeme yetenekleri	Argüman Geliştirme Etkinliği	Brahe'nin verilerinin Aristoteles'in evren modeline uymaması
Episte-molojik Düzey	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
Sosyo-kültürel Düzey	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 batıl 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
İlgi Düzeyi	Bilim adamı imajı	Bilimsel çalışmaları etkileyen yaşantılar	Bilim Adamı İmajı	Yetkinlik duygusu ile bilime olan ilginin artması	Kısa Hikâye biçimi	Newton'un veba salgınının dolaylı üniversiteden ayrılması ve çalışmalarına amcasının çiftliğinde devam etmesi
	Magazin	İçerik ile ilişkili olmayan tarihten kesitler	Çekici Detaylar	Dikkatin toplanması	Kısa Hikâye biçimi	Kopernik'in teyzesinin cadı suçlaması ile yakılması

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 (Çelikdemir, 2006; Kang vd., 2005; Moss vd., 2001; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Küçük, 2006; 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 (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Ayvacı, 2007; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Liu & Lederman, 2002). Tarihsel yaklaşımın ise öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde etkisinin çok az olduğu ileri sürülse de (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a) iyi bir şekilde tasarlanıp uygulanması durumunda diğerlerine oranla daha etkili olabileceği belirtilmektedir (Irwin, 2000; Lin & Chen, 2002).

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede bilim tarihiyle ilgili materyallerin kullanıldığı çok sayıda çalışmada, öğrencilerin elde ettiği yeterliklerin sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır. 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 kısmen 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 olduğu 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 hareketle çıkarıma gitmeleri de amaçlanmıştır. Öğrencilerin bu çıkarımlarını sınıf içinde ifade etmeleri sağlanarak, aynı verilerden farklı çıkarımların elde edilip edilemeyeceği üzerine tartışma ortamları oluşturulmuştur.

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

Yöntem

Bilimin doğasıyla ilgili anlayışların incelenmesinde nicel araştırmanın temelini oluşturan kabuller, her bir öğrencinin farklı düşünceleri, bu düşüncelere temel oluşturan farklı gerekçeleri olabildiğinden yetersiz kalmaktadır. 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 belirlenmiştir. Ayrıca ünitenin işleniş sırasında uygulanan “Çalışma Yaprakları” ve hazırlanan “ders ve çalışma kitabı” üzerindeki yazı, not ve çizimler de birer veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte derslerin tamamı ses kayıt cihazına ayrı ayrı kayıt edilmiş ve birinci araştırmacı tarafından analizleri, uygulama tamamlandıktan sonra yapılmıştır.

Bu çalışmada öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirmek için araştırmacılar 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. 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.

Çalışma Grubu

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 çalışmanın yapıldığı dönemde yüksek lisans eğitimine devam etmekte ve “bilimin doğası ve öğretimi” dersini de almış bulunmaktadır. Bu sebeple uygulama öğretmeni, bilimin doğası ve öğretimi konusunda oldukça tecrübelidir.

Öğretim Materyalinin Hazırlanması

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 Gökkuşağı Nasıl Oluşur?” bölümleriyle ilgili bilim tarihi hikâyeleri oluşturulmuştur. 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 yansıyor 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 sunulmuş 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 anlaması 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 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.”

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 düzeyde öğrencinin bakış açısının da dâhil olabileceği bir sorgulama ortamı gerçekleştirilmiştir. 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 kırıldığını ve böylece prizmadan gökkuşağına benzer bir şekilde farklı renkte ışıkların çıktığını yani bir renk tayfının 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 gözlemleyeydi 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 kırılması 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.

Ders Kitabında Yer Alan Materyallerin Bilimin Doğası Bağlamında Düzenlenmesi

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 1) aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. 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 (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b; Küçük, 2006). 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.

Deney-1: Beyaz Işığın Prizmadan Geçışı

Gözlemlerim

- Beyaz ekran üzerinde hangi renkleri gözlemlediniz?

.....

.....

.....

Çıkarımlarım

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

.....

.....

.....

Şekil 2. Çalışma yaprağında yer alan bir deney föyü örneği

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 2) aşağıda verilmiştir.

Deneysel çalışmaların bilimsel bilgilerin doğruluğunu kanıtlamak için değil 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 Ayrışır?” isimli deney başlığı (Şekil 3), ışığın renklere ayrıştığının kabul edildiğini ve yapılan deney ile bu bilginin doğruluğunun ispatlanmaya çalışıldığını yansıtmaktadır.



Şekil 3. 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 4) değiştirilmiştir. 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 Geçişi

Araç ve Gereçler

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

İşlem Basamakları

- Fenerin camını alüminyum folyo ile saralım.
- İnce ışık demeti elde etmek için alüminyum folyo üzerinde ince bir yarıklık 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.

D.1
s.1

Değerlendirme

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

Şekil 4. 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 değerlendirme soruları eklenmiştir.

Bulgular

Öğretim Öncesinde Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili İlk Düşünceleri

Bu kısımda, örneklemdaki öğrencilerin bilimin doğasının altı unsuruna ilişkin sahip oldukları anlayışları ortaya çıkarmak amacıyla yürütülen anket ve mülakat çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Tablo 2’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 2

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	X
E1	X	X	X	X	X
E2	X	X	X	X	X
E3	X	X	X	X	X
E4	X	X	X	X	X
E5	X	X	X	X	X
E6	X	X	X	X	X

Not: (+) yeterli, (±) değişken, (-) zayıf
K: Kız, E: Erkek

Tablo 3

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

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]

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

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. [Dinazorların yaşadıklarını] onların iskeletlerini bularak [anlayabilirler]. [Dinazorların 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]

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

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] değillerdir 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: 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]

Öğretim Sırasında Elde Edilen Bulgular

Öğretim materyalinin uygulanması sırasında ders materyali üzerine yazılan notlardan 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 ulaşabileceğini düşünmektedirler. Örneğin, ibn el-Heyssem 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 düşüncüyü şu şekilde ifade etmiştir: "Çünkü o zamanda teknoloji yoktu. Yaratıcılık ve hayal gücü ağır biniyordu." [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 gözlemleyeydi 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 şaşırırdım kırmızı ışık prizmaya yansıdığına renkli ışık çıksaydı değişik olurdu ve çok şaşırtıcı olurdu ben gözleseydim biraz şaşırırdım ve araştırırdım" [K2] Bu gözlem karşısında öğrenciler farklı çıkarımlarda bulunmuşlardır: "Bence sadece beyaz ışıktaki tüm renklerin olmadığını kırmızı ışıktaki 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 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.

3.3. Öğretim Sonrasında Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Son Düşünceleri

Tablo 4

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 5

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 6’da sunulmuştur. Tablo 6 incelendiğinde öğrencilerin çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğasının altı unsurunda da önemli kazançlar elde ettiği görülmektedir.

Tablo 6

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
	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

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 yanlıştır 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] Başka bir kanıt bularak bilgiler değişebilir. [K10]

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 çalışmalarda deneylerin açıklama yapmak, delil toplamak ve savunulan görüşü kanıtlamak için yapıldığını ifade etmişlerdir: [Bilim insanları] görüşlerini farklı deneylerle kanıtlarlar. Newton ışığın prizmadan çıktığı [deneyini yapmıştır]. [K1] [Fen] kanıtlara dayalı evreni anlatan bilim dalıdır. [bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını] kemikleri vb. şeyleri evren üzerinde bıraktığı kalıntılar [ile bilirler]. [Dinazorların 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]

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] hayal etmese o deneyleri yapamaz. Hayal gücü ile aynı deneyi farklı bir şekilde açıklayabilir. [Bilim insanları] kemikleri fosilleri inceleyerek, kertenkele gibi canlılara benzeterek [dinazorların 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]

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] [Bilim insanlarının] görüşleri düşünceleri farklıdır. Bunda hayal gücünün etkisi olabilir. Aristo ve Newton yaptığı prizmadan renklerin çıkması deneyinde ikisi de farklı görüşlere sahip. [K8] Gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklarken İbn el-Heyssem ve Kemaleddin Farisi aynı deneyleri yapıyorlar ama farklı sonuç çıkarıyorlar. [E3]

Tartışma

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 dinozorların 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 dinozorların 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 dinozorların 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 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-Heysen’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 sahiptirler. 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 dinozorların şekilleri farklı farklı olurdu” gibi ifadeler ile dile getirmişlerdir. Öğrenciler, bilim insanlarının atomun yapısını gelişmiş mikroskoplarla inceleyip doğrudan görerek ve dinozorların neye benzediğini ise önceki devirlerdeki insanlar tarafından duvarlara çizilmiş dinozor 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 çalışmalarda 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 unsuruyla 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 düşünmelerine 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 yapıp 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-Heyssem 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.

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 insanlarıncı 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 yapip 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.

Öneriler

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 yararlanılabilmesi için kaynakların dersin içeriği ile ilişkilendirilebilecek düzeye getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca farklı konu bağlamlarında etkililiği ve kullanılabilirliği tespit edilmiş materyaller tasarlanarak birçok fen kavramı ile bilimin doğası unsurları kaynaştırılmalıdır.

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 insanlarının da yanılabilirliği ya da kabul edilen bilimsel bilgilerin değişebileceği anlayışının oluşmasına olanak sağlayan bilim tarihi materyalleri kullanılarak sınıf içi bilimsel tartışma ortamlarının oluşması sağlanabilir.

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.

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.

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.

Kaynaklar

- 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., & 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., & 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., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Akerson, V.L., & 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., & 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.
- Ayvacı, H.Ş. (2007). Bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesine yönelik bir çalışma. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Brush, S.G. (1989). History of science and science education. *Interchange*, 20(2), 60-70.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & 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.
- Craft, J.L., & 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. Unpublished master's thesis. Middle East Technical University, Ankara.
- Çil, E. (2010). Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesi: ışık ünitesi örneği. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). Young people's images of science. Open University Press, Edition: 1, ISBN: 0-335-19381-1, 185 p.
- Gallagher, J.J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 121-133.
- Gümüş, B.Ş. (2009). Bilimsel öykülerle fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin fen tutumlarına ve bilim insanı imajlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Güney B.G., & Şeker, H. (2012). Bilim kültürü ile empati kurulmasında bilim tarihinin kültürel araç olarak kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(1), 523-539.
- Griffiths, A.K., & 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., & Barry, M. (1993). High school students' views about the NOS. *School Science and Mathematics*, 93(1), 35-37.
- Holton, G., Rutherford, F.J., & Watson, F.G. (1970). The Project physics course. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Irwin, A.R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84, 5-26.
- Kahraman, B. (2013). Genel kimya ders kitaplarında "kuantum sayıları" konusunun sunumu: bilim tarihi ve felsefesi açısından bir inceleme. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kang, S., Scharman, L.C., & Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: result from Korean 6th, 8th and 10th graders. *Science Education*, 89, 314-334.
- Khishfe, R., & 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.
- Kılıç, F. (2010). Ortaöğretim kimya ders kitaplarında atom teorilerinin sunumunun bilim tarihi ve felsefesi açısından incelenmesi ve öğretmen görüşleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Klopfer L.E., & 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. (Ç. Ed Kuyaş, N.). Ankara: Kırmızı Yayınları
- Küçük, M. (2006). Bilimin doğasını ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine öğretmeye yönelik bir çalışma. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Laçın 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., & Giznopoulos, A. (2010). Sayıların icadından sicim teorisine bilimin 4000 yıllık resimli serüveni. (Ç. Ed. Akın, D.). İstanbul: NTV Yayınları.
- 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., & 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., & 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:
- Marx, J., Mian, S. & Pagonis, V. (2004). Attitudes of undergraduate general science students toward learning science and the nature of science. Physics Education Research Conference, 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.
- MEB (2012a). İlköğretim 7 Fen ve Teknoloji Ders Kitabı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- MEB (2012b). İlköğretim 7 Fen ve Teknoloji Öğrenci Çalışma Kitabı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- 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.
- Moss, D.M., Abrams, E.D., & Robb, J. (2001). Examining student conception of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- NSTA (1971). National science teachers association position statement on school science education for the '70s. *The Science Teacher*, 38, 46-51.
- Özcan, M.B. (2009). Tarihsel yaklaşımın 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirmeye etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Poincare, H. (1989). Bilimin Değeri. (Ç. Ed. Yücel, F.), Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Roach, L.E., & 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., & Aikenhead, G.S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, 559-580.
- Sarton, G. (1995). Antik Bilim ve Modern Uygarlık. (Ç. Ed. Dosay, M. & Demir, R.), Gündoğan Yayınları.
- Seroglou, F., Koumaras P., & Tselfes, V. (1998). History of science and instructional design: the case of electromagnetism. *Science Education*, 7(3), 261-280.
- Solbes, J., & 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., & 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., & Williams, H. (1993). Conceptual change, history, and science stories. *Interchange*, 24(1-2), 87-103.
- Şeker, H., & 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.
- Topçu, N. (2011). Felsefe. Dergâh Yayınları.
- Yıldırım, C. (2014). Bilimin öncüleri. İstanbul: 7 Renk Basım Yayın ve Filmcilik Ltd. Şti.
- Yıldız, S. (2013). Lise biyoloji ders kitaplarında bilim tarihi kullanımının incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Wandersee, J.H. (1992). The historicity 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.