GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MANYETİZMA ve ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYONLA İLGİLİ ETKİNLİKLERİN ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Seher DAMLI PERVAN

Ankara
Şubat, 2011

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MANYETİZMA ve ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYONLA İLGİLİ ETKİNLİKLERİN ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher DAMLI PERVAN

Danışman: Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ

Ankara
Şubat, 2011

JÜRİ ONAY SAYFASI

Seher Damlı Pervan'ın Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyonla İlgili Etkinliklerin Ortaöğretim Öğrencilerinin Bilimin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisi başlıklı tezi 16.02.2011 tarihinde, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı İmza

Başkan: Prof. Dr. Yüksel TUFAN

Üye (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ

Üye: Yrd. Doç. Dr. Deniz GÜRÇAY

ÖN SÖZ

Bilimin doğası ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmaların çoğunda öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri araştırılmış ve bunların zayıf ya da yetersiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin alanyazında "mit" adı verilen pek çok kavram yanılgısına sahip oldukları ve ortaöğretim öğrencilerine bu unsurları kazandırmaya yönelik fazla çalışmanın olmadığı tespit edilmiştir. Alanyazında yer alan bazı çalışmalarda bilimin doğası unsurlarının daha iyi anlaşılması için tasarlanan çeşitli etkinliklere rastlanmıştır. Bilimin doğasının öğretim yöntemi olarak ise üç farklı yaklaşım öne çıkmaktadır: doğrudan yansıtıcı, dolaylı ve tarihsel yaklaşım. Ancak bilimin doğası unsurlarının nasıl ve ne şekilde daha iyi öğrenildiği bir tartışma konusudur. Bu etkinliklerin fen konu alanına bağlı ya da konu alanından bağımsız olarak yapılıp yapılmayacağının yanında, etkinliklerin doğrudan yansıtıcı, dolaylı ya da tarihsel yaklaşımla mı daha etkili olacağı tartışılmaktadır.

Ülkemizde değişen müfredat programı ile birlikte eğitim hayatına giren bilimsel okuryazarlık kavramının kazandırılması için, ülkemiz öğrencilerinin de bilimi anlayarak, bilimin nasıl oluştuğu hakkında bilgi edinmeleri için bilimin doğası unsurlarının bilmeleri gerekmektedir. Öğrencilerimiz fen derslerinde aldıkları bilgileri sorgulamadan ezberlemekte ve bilginin nasıl elde edildiği süreciyle ilgilenmemektedir. Ayrıca bilim, bilim insanı, bilimsel yöntem, bilimsel bilginin özellikleri gibi konular hakkında da yanlış bilgilere sahiptirler. Bu nedenle çalışmada araştırmacı tarafından Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı etkinlikler tasarlanmış ve fizik dersinin kazanımları öğrencilere aktarılırken, o bilginin de bilimin doğası açısından geçirdiği süreçler de aktarılmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın amacı, ülkemizde ve yenilenen müfredatlarda bu kadar önemli görülen bilimsel okuryazarlığın önemli bir şartı olan bilimin doğası unsurlarının ortaöğretim öğrencilerine kazandırılmasıdır. Bunun için fen öğretmenlerinin hazırlanan etkinliklerden yola çıkarak farklı etkinlikler tasarlaması ve istenen amaca ulaşması beklenmektedir. Böylece fizik derslerine olan ilginin artması ve bilimin doğası unsurlarının kazandırılması beklenmektedir.

Çalışma boyunca danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarımda her zaman yardımcı olan ve daima içten desteğini esirgemeyen saygıdeğer ve sevgili hocam Doç. Dr. Pervin

ÜNLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmam sırasında bana zaman ayıran, etkinlikleri inceleyerek yardımlarını ve yol göstericiliğini esirgemeyen hocalarımdan öncelikle Arş. Gör. Dr. Uygar KANLI'ya ve Yrd. Doç. Dr. Nihal Doğan BORA, Arş. Gör. Yasemin ÖZDEM ve Seda ÇAVUŞ hocalarıma sonsuz saygılarımı sunarım. Etkinliklerin uygulanışı sırasında üniversite sınavı stresiyle uğraşırken, içtenlikle çalışmama katılan sevgili öğrencilerime teşekkür ediyorum. Son olarak her zaman yanımda olduğunu bildiğim, bana yardımcı olan ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Arş. Gör. Volkan DAMLI'ya teşekkür ediyorum.

Seher DAMLI PERVAN

ÖZET

MANYETİZMA ve ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYONLA İLGİLİ ETKİNLİKLERİN ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

DAMLI PERVAN, Seher
Yüksek Lisans, Fizik Eğitimi Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ
Şubat-2011, 209 sayfa

Bu çalışmanın amacı, Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konuları ile ilgili bilimin doğası etkinlikleri tasarlamak ve bu etkinliklerin ortaöğretim 12. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisini incelemektir. Araştırmanın amacı; bilimin doğası öğretim yöntemlerinden hangisinin etkili olacağının belirlenmesi değil; bilimin doğasını etkili bir şekilde öğretmek olduğundan, dolaylı yaklaşıma göre daha etkili olduğu belirtilen doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşımdan yararlanılmıştır. Bilimin doğası unsurlarını öğrencilere kazandırmak amacıyla Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konuları ile ilgili altı farklı etkinlik hazırlanmıştır. Etkinlikler öğrencilerin okul öncesi döneminden üniversiteye kadar aldıkları eğitimde, bilimin doğasının kazanılması gereken unsurlarını içerecek şekilde geliştirilmiştir. Bunlar: bilimsel bilginin değişebilir doğası, deneye dayalı olması, öznel doğası, kısmen yaratıcılık ve hayal gücünün ürünü olduğu, sosyal ve kültürel içerikli oluşu, gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile bilimsel teori ve yasaların işlevi ve aralarındaki ilişkidir. Etkinlikler tasarlandıktan sonra konu alanında uzman kişiler tarafından incelenmiş, bu incelemeye yönelik olarak tekrar gözden geçirilerek geliştirilmiştir. Araştırma boyunca tasarlanan etkinliklerin başarısını değerlendirmek için, 2009-2010 eğitim-öğretim yılının I. döneminde beş öğrenciyle çalışılmıştır. Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Etkinlikler uygulanmadan bir hafta önce ve uygulama bittikten bir hafta sonra öğrencilerin bilimin doğası profillerini belirlemek için açık uçlu sorulardan oluşan VNOS-C anketi uygulanmıştır. Ankete verilen yanıtları daha iyi incelemek, daha sağlıklı veriler elde

etmek için anketin uygulanışından sonra mülakatlar yapılmıştır. Aynı zamanda bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinin değişimini de tespit etmek için "Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi" uygulanmıştır. Öğrencilerle yapılan tüm etkinlik ve mülakatlar videoya kaydedilmiştir. Etkinlikler araştırmacı tarafından tasarlanan sırasına uygun olarak uygulanmıştır. Bilimin doğası unsurlarına ulaşmak için öğrencilerin bir ön bilgiye sahip olması gerekiyorsa, etkinlik o konudan sonra uygulanmıştır. Ancak fizik konusunun içeriğine uygun olan kavramla birlikte bilimin doğası unsurunu öğretmek amaçlandığında ise yeni bir konuya geçilmeden etkinlik uygulanmıştır. Etkinlikler fizik ders saati içerisinde haftada ikişer saat olmak üzere altı hafta boyunca, toplam 12 saatlik bir sürede, fen laboratuarında yapılmıştır. Etkinliklerde yapılanları yansıtan, öğrencilerden istenilenleri içeren çalışma kâğıtları ve yansıtıcı yazılar değerlendirmede kullanılmıştır. Öğrencilerin ön ve son teste verdikleri yanıtlara göre sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılarak bilimin doğası profilleri oluşturulup karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin uygulamadan önce genel olarak bilimin doğası profilleri "zayıf" olarak belirlenmiştir. Özellikle uygulamalar sırasında yasa ve teorilerin yapısı hakkındaki yanlış olan bilgilerinde ısrarcı oldukları tespit edilmiştir. Bilimin yaratıcı doğası hakkındaki uygulamalarda da, yanlış olan bilgilerini değiştirmede zorlanmışlardır. Araştırma sonucunda bilimin çıkarıma dayalı unsuru dışında diğer unsurlar hakkında "yeterli" seviyeye ulaştıkları belirlenmiştir. Ayrıca bir fizik konusuna bağlı olarak hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası, Bilimsel Okur-Yazarlık, Öğretim Etkinlikleri, Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF THE ACTIVITIES ABOUT MAGNETISM AND ELECTRO-MAGNETIC INDUCTION ON THE HIGH SCHOOL STUDENTS' VIEWS RELATED TO THE NATURE OF SCIENCE

DAMLI PERVAN, Seher
Master Thesis, Department of Physics Education
Supervisor: Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ
February-2011, 209 pages

The aim of this study is to design nature of science activities on magnetism and electro-magnetic induction and to examine the effect on the high school 12th grade students' understanding of nature of science. Since the aim of this research is not which nature of science teaching method will be more effective; but to teach the nature of science in an efficient way, historical and explicit-reflective approaches that are thought to be more effective were used in this study. In order to teach the elements of the nature of science to students, six different activities were prepared on magnetism and electro-magnetic induction. The activities were developed in a way that will consist the elements of nature of science to be taught from kindergarten period to K-12. These are: the tentative tature of scientific knowledge, empirical basis, subjectivity, partially the creative and imaginative nature of scientific knowledge, the social and cultural embeddedness of scientific knowledge, the difference between observation and deduction, the function of the scientific laws and theories and the relation among them. After the activities were designed, they were examined by specialists on their subjects and then after a revision were developed with reference to this examination. In order to evaluate the success of the activities that were developed during research, the activities were practiced on 5 students in 2009-2010 academic year 1st term. In the research qualitative and quantitative data collection tools were used together. A week before and after the activities were practised in order to determine the nature of science profiles of students' VNOS-C questionnaire composed of open-ended questions was applied. In

order to examine the answers given in a better way and to get more reliable results interviews were made after the questionnaire. At the same time in order to detect the views on scientific knowledge, attitude on the scientific knowledge questionnaire was applied. All the interviews and activities made with students were recorded. The activities were applied in a sequence designed by the researcher. If the students are expected to have preliminary information to reach the elements of the nature of science, the activities were implemented after the subject was taught. Yet when it is aimed to teach the nature of science together with the concept as applicable to the content of the physics, the activity is implemented before a new subject is taught. The activities were applied in physics laboratory during six weeks, two hours a week, a period of 12 hours in total. The worksheets that reflect the deeds in activities and consist the things expected from students and reflective writings were used in evaluation. With regard to the answers of students they gave to pre and post tests, the profiles of the nature of science were formed and compared through constant comparative analysis. The nature of science profiles of the students were detected to be "naive" before activities. It was determined that students are insistent on their mistaken views about the formation of the laws and theories especially during applications. They also had difficulty in changing their views on the creative nature of science applications, too.

At the end of this researh, it was detected that students have reached to an informed level except for the element "science is based on inference". Moreover, the activities prepared with regard to a physics subject were efficient in developing the views of the students on the nature of science.

Key words: Nature of Science, Scientific Inquiry, Teaching Methods, Magnetism and Electromagnetic Induction.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI……. i
ÖN SÖZ……..... ii
ÖZET……..... iv
ABSTRACT……..…… vi
İÇİNDEKİLER……...….. viii
TABLOLAR LİSTESİ……...….. xi
ŞEKİLLER LİSTESİ……..…. xii
KISALTMALAR LİSTESİ……..……...xiii
1. GİRİŞ……...…….. 1
1.1 Problem……..……... 4
1.2 Amaç…….....…. 5
1.3 Önem…….…… 6
1.4 Varsayımlar……..…… 8
1.5 Sınırlılıklar…….…... 8
1.6 Tanımlar……..….. 9
1.6.1 Bilim……..……. 9
1.6.2 Bilimsel Bilgi……....…… 13
1.6.3 Bilimsel Okur-yazarlık……..…… 16
1.6.4 Bilim Tarihi……..….. 17
1.6.5 Bilimin Doğası……..……. 18
1.6.6 Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar……....……. 22
1.6.7 Bilimin Doğası Hakkındaki Mitler……...……. 25
1.6.8 Bilimin Doğasının Öğretimiyle İlgili Yaklaşımlar……...……. 31
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE..... 33
2.1 Bilimin Doğasıyla İlgili Ulusal Çalışmaların İncelenmesi……....…… 33
2.2 Bilimin Doğasıyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmaların İncelenmesi..….. 41
2.3 Bilimin Doğası Değerlendirme Araçlarının İncelenmesi……...……. 59
3. YÖNTEM...... 65
3.1 Araştırmanın Modeli……..……... 65

3.2 Evren ve Örneklem……..…… 69
3.3 Verilerin Toplanması…….……..…… 69
3.3.1 Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi…….....…… 69
3.3.2 Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi…….....….. 71
3.3.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Tasarlanması……...…. 71
3.3.4 Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri……...…73
3.3.4.1 Etkinlik 1..... 74
3.3.4.2 Etkinlik 2..... 76
3.3.4.3 Etkinlik 3..... 78
3.3.4.4 Etkinlik 4..... 79
3.3.4.5 Etkinlik 5..... 81
3.3.4.6 Etkinlik 6..... 83
3.3.5 Yansıtıcı Yazılar.....84
3.3.6 Mülakat Yöntemi..... 85
3.4 Verilerin Analizi..... 86
4. BULGULAR.....89
4.1 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulanmadan Önce Elde Edilen Düşünceleri.....89
4.2 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular…….....……... 96
4.2.1 Etkinlik 1'in Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular..... 97
4.2.2 Etkinlik 2'nin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular..... 102
4.2.3 Etkinlik 3'ün Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular.....108
4.2.4 Etkinlik 4'ün Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular..... 112
4.2.5 Etkinlik 5'in Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular..... 118
4.2.6 Etkinlik 6'nın Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular..... 124
4.3 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulandıktan Sonra Elde Edilen Düşüncüleri..... 132
5. YORUM.....140
5.1 Bilimin Doğası Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 140

5.2 Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşler Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 141
5.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 142
5.3.1 Etkinlik 1'den Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 142
5.3.2 Etkinlik 2'den Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 143
5.3.3 Etkinlik 3'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 145
5.3.4 Etkinlik 4'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 146
5.3.5 Etkinlik 5'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 147
5.3.6 Etkinlik 6'dan Elde Edilen Bulguların Yorumu..... 148
5.4 Öğrencilerin Bilimin Doğası Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri..... 149
6. SONUÇ..... 151
6.1 Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimin Doğasına Yönelik Görüşlerine Etkisi..... 151
6.2 Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşlerine Etkisi..... 163
6.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Başarısının Değerlendirilmesi..... 164
7. ÖNERİLER..... 168
KAYNAKÇA..... 170
EKLER..... 181

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1 Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar ve Açıklaması..... 23
Tablo 2 Bilimin Doğası Değerlendirme Ölçekleri..... 60
Tablo 3 Bilimin Doğası Anketinde Vurgulanan Unsurların Analizi..... 87
Tablo 4 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulanmadan Önce Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceleri..... 90
Tablo 5 Öğrencilerin Maddeler Hakkındaki Çıkarımları..... 103
Tablo 6 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulandıktan Sonra Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceleri..... 132
Tablo 7 Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi'ne Verdikleri Yanıtlar..... 138

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Bilimin Üç Farklı Alanı..... 10
Şekil 2 Bilimin Doğasını Oluşturan Disiplinler..... 19
Şekil 3 Bilimsel Yöntem Modeli..... 159

KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS: Amerikan Bilimin İlerlemesi Birliği

BFSL: Bilimsel Okur Yazarlık Temelleri

NRC: National Research Council

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

VOSTS: Views on Science-Technology Society

VNOS-C: Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler Anketi- Form C

BASSSQ: Bilimin Doğası ve Fen Öğretimi İnanç Ölçeği

NSKS: Bilimsel Bilginin Doğasının Ölçeği

BYTA: Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi

1. GİRİŞ

Günümüz eğitim sisteminde öğrencinin bilimsel bilgiyi kazanmasından çok, o bilginin nasıl öğretilebileceği ve bunun yolları tartışılmaktadır. Akademik başarının yanında daima eğitim kalitesinin arttırılması ve elde edilen bilgileri öğrencinin ihtiyaç duyarak kullanma isteğinin uyandırılması için eğitimde çeşitli reform çalışmalarının olması kaçınılmazdır. Artık öğrenci sınıf içerisinde kendine verilen hazır bilgiyi alan pasif bireyler olarak değil; araştıran, sorgulayan ve hayatına bu bilgileri taşıyabilecek aktif bireyler olarak yetişmesi istenmektedir. Bunun için yurt dışında Science for All Americans: Project 2061 (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990) ve Benchmarks for Scientific Literacy [BFLS], 1993) gibi fen eğitiminde reform dökümanlarında bu konuda çeşitli çalışmalarda bulunulmuştur. Amerika'da gerçekleşen Project 2061; bireylerin kendi yaşam ve çevrelerinde karşılaştıkları problemleri çözebilme, bu problemlere çözüm yolları üretebilme, bilim insanları gibi bilimsel yöntemlere başvurabilme, bilimi anlayan fen okur-yazarı bireyler olmalarını hedeflemiştir (AAAS, 1990). National Science Teachers Association (Amerika Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği, 1990) fen okur-yazarı olan bireylerin özelliklerini ise şu şekilde sıralamıştır:

- Dünyanın doğal yapısını merak eder.
- Katıldığı tartışmalarda elindeki verilerin anlam, önem ve çıkarıma yönelik kullanımını değerlendirir.
- Evreni araştırırken şüphe, mantıklı düşünme ve yaratıcılığı ile seçtiği yöntemleri birlikte uygular.
- Günlük kararlarında veya karşılaştığı problemleri çözerken bilim, teknoloji ve etik değer kavramlarını kullanır.
- Bilimsel problem çözümüne ve bilimsel araştırmalara değer verir.
- Bilimsel ve teknolojik bilgileri öğrenir, analiz eder ve günlük hayatta kullanır.
- Bilimsel ve teknolojik kanıtlar ile kişisel görüşlerini, güvenilir-güvenilmez bilgiyi birbirinden ayırt eder.

- Yeni kanıtlara, bilimsel ve teknolojik bilginin deneyselliğine açıktır.
- Bilim ve teknolojinin insan çabası olduğunu bilir.
- Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin yararlarını bilir.
- Bilim, teknoloji ve toplumun kendi aralarındaki etkileşimini analiz eder.
- Bilimsel ve teknolojinin politik, ekonomik ve etik safhalarını kişisel ve küresel sorunlarla ilişkilendirir.
- Bilim ve teknolojinin geçerliliği için test edilebilir doğal olgular önerir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş; 2009: 6).

Bu dökümanlarda anaokulundan ortaöğretim 12. sınıfa kadar fen, matematik ve teknoloji alanında kazandırılmak istenen amaçlar belirlenmiştir. Bu kazandırılmak istenen amaçlar, kavramlar ve prensipler ise National Science Education Standards (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) içerisinde yer almıştır (National Research Council [NRC], 1996). Ülkemizde de yurt dışındaki bu gibi çalışmalardan etkilenilerek müfredat geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından 2006 yılında sunulan ve geliştirilmiş olan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı vizyonu "bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okur-yazarı olarak yetişmesi" olarak belirtilmiştir. Devamında ise fen ve teknoloji okur-yazarı olan bireylerin özellikleri şu şekilde belirtilmiştir:

"Bilimin ve bilimsel bilginin doğasını, temel fen kavram, ilke, yasa ve kuramlarını anlayarak uygun şekillerde kullanır; problemleri çözerken ve karar verirken bilimsel süreç becerilerini kullanır; fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimleri anlar; bilimsel ve teknik psikomotor beceriler geliştirir; bilimsel tutum ve değerlere sahip olduğunu gösterir."

Böylece bilimsel okur-yazarlık konuşulan ve önemli olan bir kavram haline gelmiştir. Bilimsel okur-yazar bireylerin yetiştirilmesi, öğrencilerin sahip oldukları bilgileri günlük hayat içerisinde kullanmaları ya da bağdaştırmaları günümüz eğitim sisteminin önemli bir amacı haline gelmiştir. Öğrenciler öğrendikleri bilgileri sadece sınavlarda kullanıp, günlük hayata taşıyamayabilirler. Bunun bir nedeni öğrencilerin öğrendikleri bilimsel bilginin günlük hayatta uygulamalarının olmayacağına inanmaları; bir diğer nedeni de öğrencilerin bilimsel faaliyetleri kendilerine uzak olarak görmelerindendir. Öğrencilere ders içerisinde okullarda bilgileri öğrenirken bilimin değişmez olduğunu; bilimin bir bilgiler topluluğu olduğunu düşünebilir. Örneğin

öğrencilerin bilim insanlarını düşünceli, mutsuz ve tek başına laboratuvarda çalışan bir insan olarak düşündükleri belirlenmiştir. (Doğan vd.; 2009: 30). Öğrenciler bilim insanları gibi bilimle, bilimsel bilginin özellikleriyle, bilimin gelişimi hakkında pek çok yanlış ya da eksik bilgilere sahip olabilmektedirler. Bu nedenle uzun bir süre öğrencilerin (Aikenhead, Fleming ve Ryan, 1987; Lederman ve O'Malley, 1990; Griffiths ve Barry, 1993; Griffiths ve Barman, 1995; Ryder, Leach, ve Driver, 1999; Moss ve Robb, 2001; Sadler, Chambers ve Zeidler, 2004), öğretmen adaylarının (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998; Abd-El-Khalick, 2000; Bell, Lederman ve Abd-El-Khalick, 2000; Cobern, 1989; Zeidler ve Lederman, 1989; Palmquist ve Finley, 1997) ve öğretmenlerin (Lederman ve Zeidler, 1987; Brickhouse, 1990; Abd-El-Khalick ve BouJaoude, 1997; Lederman, 1999; Schwartz ve Lederman, 2000) bilim ve bilimle ilgili olan unsurlar hakkında görüşlerinin tespiti yapılmıştır. Yapılan çalışmalara katılan pek çok kişinin bilimsel bilginin yaratıcı doğası, teori ve kanunları yapısı, bilimsel metotların yapısı ve bilim insanlarının özellikleri hakkında yanlış ya da yetersiz bilgilere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu eksik görüşlerin ortaya çıkış nedeni olarak: öğretmenlerin bilim felsefesi ve bilim tarihi gibi konularda bilgi sahibi olmaması, bilimin doğasına dair inançları, öğrencilere yalnızca gerekli bilgileri aktarırken bu bilginin nasıl oluştuğunu açıklamaması gibi pek çok faktör sıralanabilir. Ancak sınıflarda öğrencilerin bilime dair bakış açısına şekil veren öğretmenlerin bu konudaki eksikliklerinin giderilmesi, öğrencilerin bilimin doğasını çok iyi öğrenebilecekleri anlamına gelmez. Bilimin doğası kavramı basitçe araştırma etkinliklerine katılarak ve bu etkinliklerin bir yan ürünü olarak öğrencilere yeterli seviyede öğrenilebilecek kadar basit olamaz (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Öğrencilere bilimin doğasını kazandırmak için özel bir çaba harcanması gerekmektedir. Lederman (1992) çalışmasında bilimin doğası hakkındaki öğrencilerin görüşlerini etkileyen en önemli değişkenler olarak, dersin geneli sırasında uygulanan özel eğitimsel davranışlar, etkinlikler ve kararlar olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak bilimin doğasına ait olan belirli unsurların kazandırılması için özel olarak bilimin doğası öğretim etkinlikleri hazırlanma gerekliliği oluşmuştur. Abd-El-Khalick ve Lederman'ın (1998) çalışmasında yer alan hipotez kutuları ve kara kutu aktiviteleri bu öğretim etkinliklerine örnek olarak verilebilir. Böylece uzun süren bilimin doğası hakkındaki görüşleri tespit eden çalışmalardan sonra, tespit edilen eksik ya da yanlış olan bu görüşleri geliştirecek

çalışmaların yapılması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu amaçla bireylere bilimin doğasını etkin bir şekilde öğretmek için doğrudan-yansıtıcı, dolaylı ve tarihsel olarak üç farklı öğretim yaklaşımı kullanılmıştır (Akerson, Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Bu yaklaşımlara uygun olarak hazırlanan etkinliklerin, katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisini inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Bu yöntemlerden hangisinin ne gibi koşullar altında daha başarılı olduğu tartışması halen sürmektedir. Aynı zamanda konu alanına bağlı olarak ya da konu alanından bağımsız olarak tasarlanması da bir tartışma konusudur.

Yukarıda halen süregelen tartışmaların incelenmesi sonucunda ulaşılması gereken hedef olan; fizik eğitiminde daha başarılı, bilimin doğasını kavramış, bilimsel düşünceyi ders dışında da kullanabilen bireyler yetiştirmenin mümkün olabilmesi için bilimin doğası hakkındaki yanlış ya da eksik görüşlerin ortaya çıkartılması, tespit edilerek olumlu yönde geliştirilmesi gerekli görülmektedir.

1.1 Problem

Küçük ve Çepni (2006) çalışmalarında ülkemizdeki fen öğretimi deneyimlerinin öğrencilere bilimin doğasını öğretebilme açısından etkisiz kaldığını ve bilimin doğasının öğretimin bilişsel bir öğrenme hedefi olarak programda yerini alması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca bilimin doğasının öğretiminin doğrudan-yansıtıcı bir yolla yapılmasını önermiştir.

Kocakülah ve Kaya (2006) bilimin doğasını öğretmek için oluşturdukları model dersin uygulaması sonucunda elde edilen olumlu değişikliklere dayanarak "…gerek öğretmen adayı öğrencilerin, gerekse ilköğretim ya da ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlamalarına yönelik benzer derslerin hazırlanması" gerektiğini belirtmişlerdir.

Doğan-Bora, Aslan ve Çakıroğlu (2006) Türkiye genelindeki ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin görüşlerini belirlemek için yaptıkları çalışma sonucunda "bilimsel bilginin tarihi gelişim içerisinde nasıl elde edildiği fizik, kimya ve biyoloji derslerinde verilmeli ve bu sayede öğrencilerin bilimsel bilginin önemini ve nasıl üretildiğini anlayarak bunları günlük hayatlarında kullanabilmesi sağlanmalıdır" demiştir.

Bilimin doğası ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, bilimin doğasına ilişkin unsurları geliştirecek ve bir fizik konusu ile ilişkili olacak etkinliklerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulduğuna olan inancımız artmıştır. Bu nedenle Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konuları bağlamında araştırmacı tarafından altı farklı etkinlik tasarlanmıştır. Tasarlanan bu etkinliklerin 12. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik görüşlerine olan etkisi tespit edilecektir. Fizik öğretmenlerine bilimsel okur-yazarlığının en önemli şartlarından biri olan bilimin doğası anlayışını geliştiren bu etkinlikler, bir paket halinde önerilecek ve kendilerinin oluşturacakları yeni etkinlikler için de kılavuzluk edilecektir.

Bu nedenlerden dolayı bu araştırmaya rehberlik eden araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir:

1. Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma uygun olarak ne gibi bilimin doğası öğretim etkinlikleri oluşturulabilir?

2. Ortaöğretim öğrencilerinin geliştirilen bilimin doğası öğretim etkinlikleri öncesinde ve etkinlikler uygulandıktan sonra bilimin doğası ve özelliklerine yönelik düşünceleri nelerdir?

3. Ortaöğretim öğrencilerinin geliştirilen bilimin doğası öğretim etkinlikleri öncesinde ve etkinlikler uygulandıktan sonra bilimsel bilgi ve özelliklerine yönelik düşünceleri nelerdir?

4. Geliştirilen bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğrencilerin bilimin doğası ve özelliklerine yönelik düşüncelerine etkisi nedir?

1.2 Amaç

Bu çalışmanın amacı; Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma uygun olarak bilimin doğası ve özelliklerini ortaöğretim öğrencilerine kazandıracak olan bilimin doğası öğretim etkinlikleri tasarlamaktır. Bu tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin görüşlerine olan etkisini incelemek için ise bir ortaöğretim fen şubesinde uygulanması amaçlanmaktadır.

1.3 Önem

İlköğretimde yer alan Fen Bilgisi dersi gözden geçirilerek, Fen ve Teknoloji adını almış, 2004 yılında birinci kademede ve 2005 yılında ise ikinci kademe uygulanmaya başlanmıştır. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 4-8. Sınıf Öğretim Programı'nda (2004) fen eğitiminin en önemli amaçlarından birinin, fen ve teknoloji okur-yazarı bireyler yetiştirmek olduğu belirtilmiştir. 2007 yılında ise aynı bakış açısıyla ortaöğretimde uygulanan fizik dersi müfredatı gözden geçirilerek yenilenmiştir. Müfredat geliştirme çalışmalarında örnek alınan ve incelenen yurtdışındaki programlarda bilim okur-yazarlığı kavramına verilen önem oldukça fazladır. Bilimin, bilimsel bilginin ve bilimsel yasalarla teorilerin ne gibi özellikleri olduğunu bilmek, çevreyle etkileşim halindeyken bu kavramları etkin bir şekilde ve amacına uygun olarak kullanmak demek; bireyin bilimin doğası kavramının iyi bir şekilde kavranılmış olmasını gerektirmektedir.

Bilimin doğasını anlayabilmek, hem toplumsal hem de bilimsel olayların üstesinden gelebilmek fen eğitiminin en önemli amaçlarındandır. İyi bir fen eğitimi; bilim, teknoloji ve toplum arasındaki etkileşimleri anlayan, öğrendiği bilgileri günlük yaşamında kullanabilen bilimsel okur-yazar bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Doğan-Bora, 2005; Sadler vd., 2004). Bilim okur-yazarı olan bireyler yetiştirmek fen eğitiminin en önemli amacı olduğuna göre, bilimin doğası ve özelikleri hakkında yeterli görüşlere sahip olmak da fen eğitiminin önemli amaçlarından birini yerine getirmektir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Bu kavramın kazandırılması için öğrencilerin bilimden ve bilimsel bilgi kelimelerinden ne anladıklarının açıkça ortaya konulması gerekir. Bunun için alanyazında yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Aikenhead vd., 1987; Lederman, 1992; Moss, Abrams ve Robb, 2001; Solomon, Scott ve Duveen, 1996). Tüm bu çalışmalar öğrencilerin bilimin doğası ve bilimin doğasına ilişkin unsurları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermiştir. Beşli (2008) tarafından alanyazında; öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik birçok çalışmanın olduğunu fakat bazı bilimin doğası hakkındaki görüşleri değiştirmeye yönelik çalışmaların sayısının ise az olduğunu belirtmiştir. BFSL (1993) raporunda ise hem öğretmen hem de öğrencilerin bilimin gerçek doğasını anlamadıkları belirtilmektedir. Bunun en önemli nedeni olarak öğretmen adaylarının da üniversiteden önceki öğretimlerinde aldıkları fen eğitiminin

bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmediği ve bu yetersizliklerin üniversite eğitimlerinde de düzeltilemediği belirtilmiştir (Morgil vd., 2009). Bilimin doğası hakkında öğretmen ve öğrencilerin yetersiz görüşlere sahip olduklarını ortaya koyan çalışmalardan sonra, elde edilen sonuçlara göre bireylerin eksik olan kavramlarını gidererek geliştirecek etkinliklerin tasarlanması önem kazanmaktadır. Özellikle öğrencilerin üniversite eğitimlerinden önce bu eksikliklerin giderilme çalışmasının öne çıktığı görülmektedir.

Bu nedenle öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki kavramlarının tespit edilerek, bu sonuçlara göre bu kavramları geliştirecek etkinliklerin hazırlanması amaçlanmıştır. Geleceğin bilim insanının, mimar ve mühendislerinin yetiştiği ortaöğretimin matematik-fen alanında öğrenim gören öğrencilerin; bilimin, bilim insanının ve bilimsel bilginin karakteristik özellikleri hakkındaki görüşlerinin incelenerek, bu görüşlerini olumlu yönde geliştirecek etkinliklerin tasarlanmasına karar verilmiştir.

Ulusal alanyazı incelendiğinde dolaylı, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşımla hazırlanan etkinliklerle bir konu alanına bağlı olarak bilimin doğası görüşlerine etkisinin incelendiği yalnızca bir çalışma (Ayvacı, 2007) olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu çalışma içerisinde de bilimin doğasıyla ilgili unsurları kazandırmada alanyazındaki etkinliklerden yararlanılmış (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998) ve farklı etkinlikler tasarlanmamıştır.

Alanyazında bir konu alanından bağımsız olarak, yalnızca bilimin doğasına ilişkin unsurları kazandırmak için tasarlanan etkinlikler de bulunmaktadır (Küçük, 2006; Beşli, 2008; Abd-El-Khalick, 2002; Cobern ve Loving, 1998; Kipnis, 1998). Böylece mevcut çalışma bu noktada; bilimin doğasını ve özelliklerini kazandırmak amacıyla bir konu alanına bağlı olarak tasarlanan özgün etkinlikleri içerdiğinden, alanyazına katkı sağlayacak bir çalışma olduğu düşünülmektedir. 12. sınıf fizik müfredatındaki ilk iki ünite olan Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma göre altı farklı etkinliğin tasarlanması; öğrencilerin hem konu alanıyla ilgili bilgileri öğrenmelerini sağlanmasını hem de bilimin, bilimsel bilginin ve bilim insanlarının özelliklerini kazandırmaya çalışılmasından dolayı araştırmayı alanyazındaki diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Ayrıca etkinliklerin öğrenci görüşlerini olumlu yönde değiştirmesiyle birlikte, fizik öğretmenlerine de kendi sınıflarında bilimin doğasına ilişkin unsurları

kazandırmaları için bu etkinlikler konu örüntüsüyle birlikte önerilecektir. Fizik dışındaki farklı fen branş öğretmenlerinin de araştırmacı tarafından tasarlanan etkinlikleri inceleyerek kendi etkinliklerini geliştirmeleri için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

1.4 Varsayımlar

Çalışmanın temelinde aşağıdaki varsayımlar yer almıştır:

- Araştırmaya katılan öğrencilere uygulanan anketlerin geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmıştır.
- Araştırmaya katılan öğrencilerin anket sorularını yanıtlarken ortamın ve verilen zamanın uygun olduğu kabul edilmiştir.
- Araştırmada kullanılan tüm ölçeklerin örneklem için uygun olduğu kabul edilmiştir.
- Araştırmaya katılan öğrencilerin uygulamalarda ve görüşmelerdeki yanıtlarını içten ve dikkatli bir şekilde doldurdukları varsayılmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar

Bu çalışmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibidir:

- Bu çalışmada tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri yalnızca Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak hazırlanmıştır.
- Bu çalışma 2009-2010 Eğitim-Öğretim yılının I. döneminde, Çorum Boğazkale Lisesi'nin Fen 12. sınıf öğrenileriyle sınırlıdır.

1.6 Tanımlar

1.6.1 Bilim

Bilim tek bir tanımla açıklanmaya elveren tekdüze bir etkinlik değildir; olgu-kuram bağlamında çok yönlü, karmaşık bir olaydır (Yıldırım, 2003: 3). Fakat tek bir tanıma indirgenemeyecek olması bilim üzerine düşünen eğitimcilerin, bilim insanlarının ve felsefecilerin tanımlar ileri sürmesine engel değildir. Gerçekte "bilimin doğası/niteliği", yüzyıllarca bilim insanları, filozoflar, tarihçiler ve diğer ilgili gruplar tarafından yönlendirilen güçlü bir tartışma konusu olmuştur. Genel bir konsensüs ortaya çıkmamışsa da, farklı bilim kavramları güçlü destekçiler bulmuştur (Topdemir, 2002).

Kimi bilim tarihçileri bilimi, kökü ilk uygarlıklara uzanan bir deneyim ve bilgi birikimi olarak algılamaktadır. Kimisi ise bilimi belli kültürel koşullarda ortaya çıkan kimi üstün yetenekli seçkinlerin öğrenme ve araştırma tutkusunun ürünü saymaktadır (Yıldırım, 2003: 6).

Bilim geçmişte geleneksel olarak, evren hakkında devamlı kaydedilerek biriktirilen bilgi olarak görülmüştür. Son yıllarda ise bilimsel süreç, yeni bilgiyi keşfetmek için bilim adamlarının kullandıkları beceriler olarak vurgulanmaya başlanmıştır (Köseoğlu, Atasoy, Kavak, Akkuş, Budak, Tümay, Kadayıfçı, Taşdelen ve meslektaşları, 2003: 23).

Bayraktar (1997) “Bilim; evreni, toplumu ve insanı araştırma konusu yapan bir bilgi dalıdır.” demiştir. Tanınmış bir bilim insanı Campbell ise şu tanımı ileri sürer: “Bilim, üzerinde herkesin birleşeceği yargıları konu alan bir çalışmadır” (Yıldırım, 2008: 18).

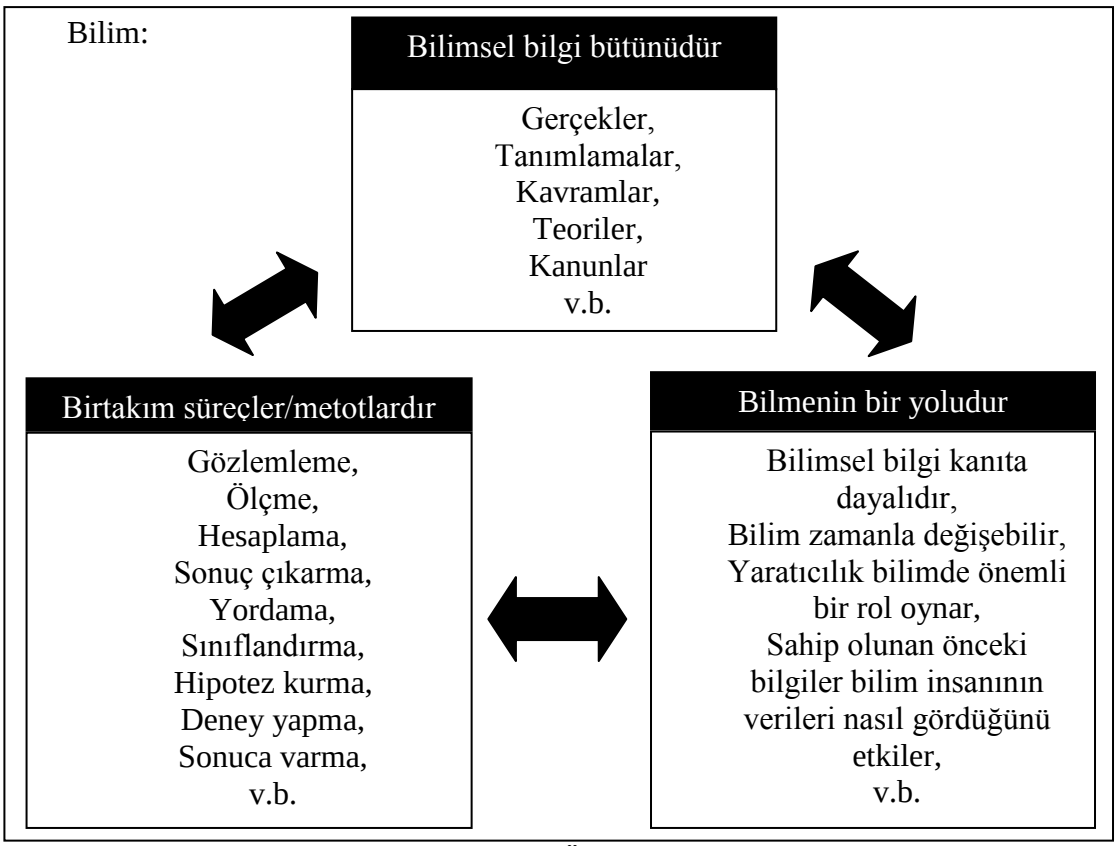
Einstein’ın bilimin araştıran bireyden bağımsız ortaya çıktığı düşünülen bağlantıları araştırdığını; düşünce sistemine mantıklıca uyan duyu tecrübelerimizin karmaşık farklılığını yaratma çabası ve bilimin tamamını günlük düşüncelerin arttırılmasından daha fazla bir şey olmadığı gibi iki tanımda bulunmaktadır (McComas, 1998a). Bunun dışında Einstein’ın bir diğer tanımı ise, her türlü düzenden yoksun duyu verileri (algılar) ile düzenli mantıksal düşünme arasında uygunluk sağlama çabası olarak da tanımlar. Russell ise: “Bilim, gözlem ve gözleme dayalı akıl yürütme yoluyla önce

dünyaya ilişkin olguları, sonra bu olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabası" diye tanımlamaktadır (Yıldırım, 2008: 18).

Bilimi: Bernal bilim insanlarının yaptığı; Spencer planlanmış bilgi; Conant gözlem ve deneyim sonucu gelişen birbirleriyle bağlantılı bir kavram ve kavramsal şemalar dizisi olarak tanımlamışlardır. Leonardo Da Vinci hiçbir insan sorgusu, matematiksel kanıt ve açıklama yolu izlemedikçe bilim diye adlandırılamayacağını belirtmiştir. Feynman bilimin ihtiyaç duyuldukça yaratılmaya meyilli olduğunu söylemiştir. Rabi ise: "Bilim muhteşem bir oyundur. İlham verici ve canlandırıcıdır. Oyun alanı evrenin kendisidir" demiştir (McComas, 1998a).

Topdemir'e göre (2002) bilim karşımıza belirli niteliğe sahip bir bilgi olarak çıkmakta ve bu ayrıcalığını da bilgiyi ortaya koyarken dayandığı temel ilke, teknik ve izlediği yöntemden almaktadır.

Bell ise (2009) bilimin eğitimciler tarafından üç alanda tanımlandığını belirtmiştir. Bu alanları gösteren şekil aşağıdaki gibi verilmiştir.



Şekil 1 Bilimin Üç Farklı Alanı

Türkmen ve Bonnstetter'e (1998) göre bilim karmaşık bir tanıma sahip olmasına rağmen temelde insanın bilimin kurallarına uygun olarak evreni anlama çabası vardır.

Yıldırım (2008: 19) ise bilim için "denetimli gözlem ve gözlem sonuçlarına dayalı mantıksal düşünme yolundan giderek olguları açıklama gücü taşıyan hipotezler (açıklayıcı genellemeler) bulma ve bunları doğrulama yöntemidir." ifadesini kullanmıştır.

Tüm bu tanımlar incelendiğinde, bilime bakış açısının her birinde farklı olduğu görülmektedir. Bu nedenle her bir tanımın eksik ya da anlamca kısıtlı olduğu söylenebilir. Bu kadar farklı tanımların oluşmasının bir diğer nedeni ise bilimin sürekli değişen bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. BFSL (1993) raporunu hazırlayan araştırmacılar bilimsel bilginin temel yapısının sabit olduğunu ve sınırlarının da zaman içinde genişleyip doğrulandıkça büyüdüğünü ileri sürmektedir. Sürekli değişen ve gelişen bir yapıyı da tek bir tanımla sınırlamak da bu nedenle zordur.

Bilimin yüzyıllar içerisinde sahip olduğu tanımlamalar da nasıl işlev gösterdiği konusunda bilim tarihçisi ve bilim felsefecisi olan kişilerin fikirleri ile çeşitli akımlar ortaya çıkmıştır ve felsefi alanda tartışmalar halen devam etmektedir (McComas, Clough ve Almazroa, 1998). Bilime; geleneksel, çağdaş ve modern anlayışlar içerisinde farklı açıklamalar getirilmiştir.

Geleneksel bilgi görüşü, gerçek dünyanın bizim onunla ilgilenip ilgilenmememize ya da ona dikkat edip etmememize bakmaksızın var olduğu esasına dayanır. Bu realistik görüş, insanların, zihinlerinde gerçekliğin kopyalarını oluşturan kâşifler olarak dünyaya geldiklerini kabul eder. Bu bakış açısı, zihinsel yapıların realiteyi (gerçeği) gösterdiği ya da realiteye karşılık geldiği, bilginin resme benzer bir şeklini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşıma göre, bilgi realitenin direk kopyası ya da resmi olarak dikkate alınmıştır (Bodner, 1986).

Yirminci yüzyılın ilk yarısında, bilimsel bilginin doğasıyla ilgili fikirler, Bachelard, Koyre, Cassirer, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Laudan ve Putnam gibi bilim tarihçileri ve bilim felsefecileri çalışmalarıyla büyük oranda değişmiştir. Geçen yüzyılın başlarında, pozitivist bir bilim anlayışı hâkimdi. Pozitivist bilim anlayışı, dünyanın olduğu gibi gerçekçi bir biçimde tasviri anlayışını benimsemiştir. Bu anlayış bilimsel prensiplerin (teori, kanun gibi) doğada "gizli" olarak bulunduğu ve insanların araştırma yaparak bunları ortaya çıkardığı görüşüne sahiptir. Bilimsel bilginin

oluşumu, genellemelerin yapılabileceği son derece güvenilir bir temel olarak basit, önyargısız gözlemlerden başlayarak indüktif (tümevarım) çıkarımların bir sonucu olarak algılanmıştır (Regis ve Albertazzi, 1996).

Yeni yaklaşımda (constructivism) bilim, bir insan aktivitesi olarak dikkate alınmaktadır. Çağdaş felsefî görüşlere göre bilimsel bilgilerin kaynağı gerçekler değildir. Bilim, bilim insanları tarafından olgulara anlam vermek için oluşturulurlar. Bilim indüktif çıkarımların bir sonucu değildir. Bilim dünyayı anlamak için insanlar tarafından oluşturulan hipotetik (kurgusal) bir bilgidir. Bilgi kuramı alanında bilimsel bilginin doğasıyla ilgili bu köklü değişimlere, eğitim psikolojisi alanında da öğrenmenin nasıl olduğu ile ilgili radikal değişimler eşlik etmiştir. Öğrenmeyle ilgili baskın görüş artık davranışçı değil bilişsel yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre, öğrenenler bilgilerinin oluşturulmasında aktif olarak rol alırlar ve yeni öğrenecekleri bilgileri ancak mevcut bilgileriyle ilişkilendirerek elde edebilirler. Öğrenmenin kavramsal yapısı yeni bilgilerin kazanılması, saklanması ve yeni kavramsal bilginin uygulamasında önemli bir rol oynamaktadır (Regis ve Albertazzi, 1996).

Bilimin tanımının ve çağlar içerisinde gösterdiği değişimin ve gelişimin yanı sıra, hangi özelliklere sahip olduğunun da bilinmesi gereklidir. Bilimin tanımı konusunda bir fikir birliğine varılmaması, bilimi niteleyen özelliklerin bilinmesiyle bu tanımlamayı kolaylaştırmaktadır. Bilim kavramını belirleyen en önemli özellikler Yıldırım (2008: 19-21) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Bilim olgusaldır. Bilimsel önermelerin tümü ya doğrudan, ya da dolayısıyla gözlenebilir olguları dile getirir.
- Bilim mantıksaldır. Bu özellik iki yönden kendini göstermektedir: a) Bilim sonuçların ulaştığı sonuçların her türlü çelişkide uzak, kendi içinde tutarlı olmasını ister. Birbirleriyle çelişen iki önermeyi doğru kabul etmez. b) Bilim bir hipotez ya da teoriyi doğrulama işleminde mantıksal düşünme ve çıkarsama kurallarından yararlanır.
- Bilim nesneldir. Birçok kimseler bilimsel nesnelliği mutlak bir anlamda yorumlarlar. Bu doğru değildir. Bilim, sanat, edebiyat ve felsefe gibi bir insan uğraşıdır. Bir hipotezin kurulmasında veya seçiminde bilim insanı ister istemez bazı değer yargılarına, hatta bir ölçüde kişisel duygu ya da, beğenilere yer vermekten kaçınamaz.

- Bilim eleştiricidir. Bilim, ne denli akla uygun görünürse görünsün, her sav ya da teori karşısında, hatta bu sav veya teori yerleşmiş, herkesçe kabul edilmiş olsa bile, eleştirici tutumu elden bırakmaz.
- Bilim genelleyicidir. Bilim açısından tek bir olgunun kendi başına bir önemi yoktur; o ancak inceleme konusu bir olgu sınıfına üye ise, dolayısıyla bir genellemeyi doğrulama (veya yanlışlama) işleminde kanıt görevini görüyorsa önemlidir.
- Bilim seçicidir. Bilimsel nitelik taşıyan bütün gözlem ve deneyler, ancak belli bir hipotezin ışığında belli olgulara yöneldiğinde etkinlik kazanır. Gelişigüzel yürütülen, olgular arasında seçici olmayan bir gözlem ya da deneyin güvenilir sonuç vermesi şöyle dursun, bir enerji ve zaman kaybından başka bir şey olduğu söylenemez.

1.6.2 Bilimsel Bilgi

Standart dokümanlardan biri olan BFSL (AAAS, 1993) bilimsel bilgiyi "mükemmel olmayan, daha doğrusu kesin olmayan, yaklaşık ve yeniden düzeltilmeye tabi bir bilgi" olarak tanımlar.

Bilimin tanımının yanı sıra, bilimi oluşturan bilgilerin de ne gibi özelliklerinin olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bilimin ve bilimsel bilginin doğası üzerinde uzun yıllardır çalışan, bu konuda çeşitli ölçekler geliştiren bazı araştırmacılar (AAAS, 1993; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz 2002) bilimsel bilginin çeşitli özelliklerini şöyle açıklamışlardır:

- Bilimsel bilginin deneye dayalı doğası: Bilim, en azından doğal dünyadaki gözlemlere dayanır. Yakında veya daha sonra bilimsel ifadelerin geçerliliği bu olayların gözlemlerine atfedilerek oluşturulur (AAAS, 1990). Fakat bilim insanları birçok doğal olguda doğrudan gözlem yoluyla başarılı olmazlar. Gözlemler her zaman insanların algıları ile ilişkilidir.
- Bilimde gözlemler, çıkarımlar ve teorik varlıklar: Öğrencilerden gözlem ve çıkarımı birbirinden ayırt etmesi beklenmektedir. Gözlemler duyu organlarımız ile ulaşılabilen doğal olaylar hakkındaki ifadelerdir. Gözlemcilerin göreceli

olarak fikir birliğine varacakları betimsel ifadelerdir. Örneğin, belli bir yükseklikten bırakılan nesnenin yere düşmesi bir gözlemdir. Oysaki çıkarımlar duygularla ulaşılamayacak olaylar hakkındaki ifadelerdir. Örneğin, yere düşen nesnenin düşmesinin sebebinin yer çekimi olduğu ifadesi bir çıkarımdır.

- Bilimsel teori ve kanunlar: Bilimsel teoriler çok iyi oluşturulmuş önemli açıklamalardır. Teoriler ilişkisiz gibi görünen gözlemlerin açıklanmasına hizmet eder. Örneğin, moleküler kinetik teori, maddelerin fiziksel hallerindeki, kimyasal reaksiyonların hızlarındaki, ısı ve ısının değişimi ile alakalı diğer olaylardaki değişiklikleri açıklamaya çalışır. Daha da önemlisi teoriler araştırma problemlerinin üretilmesinde ve gelecekteki incelemelerin yönlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Bilimsel teoriler daha çok varsayımlara ve gözlenmeyen varlıklara dayanır. Bu nedenle doğrudan test edilemezler. Dolaylı yoldan elde edilen kanıtlar teorileri desteklemek için kullanılabilir ve geçerlilikleri sağlanır. Bilim insanları teorilerden test edilebilir belirli tahminler elde ederler ve bunları görülebilir verilere karşı kontrol ederler. Tahminler ve deneysel kanıtlar arasındaki uzlaşma test edilen teorideki güvenirliliği artırmaya çalışır. Bilimsel kanunlar ise, gözlenebilir olaylar arasındaki ilişkinin betimsel ifadeleridir. Örneğin, Boyle Kanunu sabit sıcaklıkta aynı miktar gazın basıncı ile hacmi ile ilgilidir. Teoriler bilimsel kanunların açıklanması için kullanılır. Örneğin, moleküler kinetik teori kullanılarak Boyle Kanunu açıklanabilir. Öğrenciler genellikle (a) bilimsel kanunlar ve teoriler arasında hiyerarşik bir sıranın olduğuna ve kanıt varsa teorilerin kanunlara dönüşeceğini düşünürler ve (b) kanunların teorilere göre daha yüksek konumda olduğuna inanırlar. Teori ve kanunlar birbirinden farklı kavramlardır ve biri diğerine dönüşmez. Teoriler kanunlar kadar geçerli olan bilim ürünleridir.
- Bilimsel bilginin yaratıcı ve hayalci doğası: Bilim deneyseldir. Bilimsel bilginin gelişimi doğanın gözlenmesini gerektirir. Aynı zamanda bilimsel bilgi insan yaratıcılığı ve hayal gücünü gerektirir. Bilim insanları bilim yaparken yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Bohr atom modelindeki orbitaller ve enerji seviyeleri örnek olarak verilebilir. Bilimdeki bu çıkarımsal doğasıyla ilgili kabuller, atomlar ve türler gibi teorik modeller gerçeğin birer kopyasından daha işlevseldirler.

- Bilimsel bilginin teoriye dayalı doğası: Bilimsel bilgi teori kökenlidir. Bilim insanlarının teorik ve disipliner ifadeleri, inanışları, ön bilgileri, yetişmeleri, deneyimleri ve beklentileri çalışmalarını etkiler. Tüm bu arka plandaki faktörler bilim insanlarının inceleyecekleri problemleri, incelemelerini nasıl yürüteceklerini, ne gözlemleyeceklerini ve gözlemlerini nasıl yorumlayacaklarını etkileyen bir düşünce yapısı oluşturmaktadır. Bu da bilimsel bilginin oluşumunda teorinin rolünü açıklamaktadır. Bu genel inanışa karşı bilimin asla tarafsız gözlemler ile başlanamayacağı düşüncesi Popper (1998) tarafından belirtilmektedir. Gözlemler (ve araştırmalar) her zaman birileri tarafından başlatılır ve yönlendirilir.
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı: İnsan girişimi olarak bilim daha geniş kültür bağlamında uygulanır ve bilimi uygulayanlar bu kültürün ürünleridir. Bilim kültürün çeşitli unsurlarını ve entelektüel boyutlarını takip eder, kültürün bu yönlerini etkiler ve kültürden de etkilenir. Bilim ve kültür iç içedir. Toplumsal doku, politika, sosyoekonomik faktörler, felsefe ve din gibi faktörler bilimi etkilemektedir. Biyolojinin merkezi olan insanlığın evrim hikayesinin şekillenmesinde sosyal ve kültürel faktörlerin bilimsel bilgiyi etkilediği söylenebilir. Evrimin ana temasını bilim insanları farklı oluşturmuşlardır. 1970'lere kadar bilimsel çevrede baskın olan beyaz erkeklere uygun bir senaryo olan, erkeğin avcı olduğu ve bunun evrimde önemli olduğu hikayenin oluşturulmasına kadar. Feminist bilim insanlarının bilimde tanınmalarıyla, insanlığın evrim hikayesi değişmeye başlamıştır. Kadınların toplayıcı olduğu feminist bakış açısı içeren hikaye, evrimde bu rolün daha önemli olduğunu belirtmiştir. Her iki hikayede verilerle uyum göstermektedir.
- Bilimsel metot miti: Bilimin doğası hakkında en yaygın kavram yanılgılarından biri bilimsel metodun varlığıdır. Bu yanılgının kaynakları "kesin" bilgiyi tümevarım yöntemle Francis Bacon'un Novum Organum'u (1620-1996) takip etmektedir. Daha sonraları bilginin yanılmadan gelişimini garanti edebilecek bir tek bilimsel metodun olmadığı birçok bilim insanı tarafından açıkça çürütülmüştür. Bilim insanları gözlem, karşılaştırma, ölçüm, test, tahmin, hipotez, teori ve açıklamalar yapar. Bilim insanlarının herkese önerilebilecek, bütün çalışmalarını kapsayan, sonuca ulaşmalarını sağlayacak, tek bir metot

yoktur. (AAAS, 1993). Bilim insanlarının gözlem yaptığı, karşılaştırma ve ölçme yaptığı, test ettiği, hipotezler kurduğu, teoriler oluşturdukları ve açıklamalar yaptıkları hiç şüphesiz doğrudur. Fakat sadece tek bir bilimsel metot kullanmazlar (Feyerabend, 1999).

- Bilimsel bilginin kesin olmayan doğası: Bilimsel bilgi güvenilir ve uzun süreli olmasına rağmen tam doğru ya da kesin değildir. Gerçeklerle, teoriler ve kanunlarla ilgili olan bu bilgiler değişebilir. Bilimsel iddialar yeni kanıtlarla, teknolojik avantajlarla yeniden yorumlanıp değişebilir. Bilim ve bilimsel bilgi içerisinde bulunduğu toplumun kültürel ve sosyal alanından etkilenerek oluştuğu için, bunlardaki değişiklik de bilimi etkiler. Sanılanın aksine bilimsel hipotezler, teoriler ve kanunlar kesinlikle deneysel kanıtla ispatlanamaz.

1.6.3 Bilimsel Okur-yazarlık

Fen eğitim reform dokümanları bilimsel okur-yazarlığı: bilimin katkısının önemini anlama ve kavrama, hem sosyo-bilimsel sorunlarda hem de günlük hayat içerisinde bilimi kullanabilme olarak tanımlamaktadır (Bell, 2009). NRC (1996) bilim okur-yazarlığını bilgi, bilimsel kavram ve süreçleri anlama, kişisel karar verme, kültürel olaylara katılma ve ekonomik verimlilik için gerekliliğini tanımlamıştır. Proje 2061 bilimsel okur-yazarlığını; bilimsel bilgiyi kullanma yeteneği, kişisel ve sosyal amaçlar için düşünme yolu olarak tanımlamıştır. Aynı zamanda bu proje, bilim okur-yazarlığının birçok boyutu olduğunu ileri sürerek, boyutlarını şu şekilde sıralamıştır:

a) Doğal dünyayla içli dışlı olmak,

b) Matematik, teknoloji ve bilimin birbirine bağlı olduğu gibi bazı önemli disiplinler arası ilişkilerin de farkına varmak,

c) Bilimsel düşünme kapasitesine sahip olmak,

d) Bilim, matematik ve teknolojinin insan girişimi olduğunu ve bunların gücünün limitlerinin ne olduğunu bilmek.

Bilim okur-yazarı insan, fen ve teknoloji bağlamında bilimsel bilgi, kavram, yasa ve süreçleri kullanarak bilinçli kararlar verebilen olarak da tanımlanmaktadır (Abd-El-Khalick, Norman ve Lederman, 1998).

“Bilimsel okur-yazarlık” kavramı ilk olarak Hurd tarafından 1958’de ortaya atılmıştır. Bu tarihten itibaren yaygın olan fen eğitim reformlarında bilimsel okuryazarlık, esas olarak üstünde durulan amaçtır (AAAS, 1990; NRC 1996). Ülkemizde de 2004’de başlayan fen dersleri ile ilgili müfredat reform hareketlerinde “tüm vatandaşların bilim okur-yazarı olması” vizyonu temel alınmıştır. Öğrencilerin bilimsel okur-yazarlığı öğrendikleri ya da kazandıkları zaman, bilimi daha iyi anlayacaklarını savunulmaktadır (Can, 2008). Yapılan müfredat çalışmalarında, aldıkları eğitimde edindikleri bilgileri günlük hayatta kullanan, bilimsel düşünme yollarını kullanarak bilimsel tartışmalarda düşüncelerini gerekçeleriyle açıklayan ya da eleştiren, merak edip sorgulayan bireylerin yetişmesi amaçlanmıştır. Bilim okur-yazarı olan birey: “Bilimin ve bilimsel bilginin doğasını anlar, temel fen ve kuramlarını anlar ve bunları uygun şekillerde kullanır; problemleri çözerken ve karar verirken bilimsel süreç becerilerini kullanır; fen ve teknolojinin doğasını; fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimleri anlar; bilimsel ve teknik psikomotor becerileri geliştirir; bilimsel tutum ve değerlere sahip olduğunu gösterir” (MEB, 2004: 10).

Kitaplarda okunulan bilimsel bilgilerin, teori ve yasaların nasıl oluştuğu ve özelliklerini bilen bilim okur-yazarı kişilerin yetiştirilmesi demek; bilim okur-yazarlığının boyutlarından olan ve bilim-teknoloji-toplum anlayışının kritik ve temel öğesi bilimin doğasına ilişkin unsurlarınbilinmesini demektir (Lederman, 2004). Bu nedenle bilimin doğası çalışmaları zamanla artarak konuşulup tartışılan bir kavram haline gelmiştir.

1.6.4 Bilim Tarihi

Bilimin tek bir tanımının olmaması, bilimin sürekli değişen ve gelişen bir yapısı olmasından kaynaklanmaktadır. Çağlar boyunca bilim insanlarının faaliyetleri sonucunda oluşan bu karmaşık yapının bilinmesi, bilim tarihinin de yakından incelenmesini gerektirir.

Bilim tarihini bir akademik disiplin haline getiren George Sarton'dır (1884-1956). Bilim tarihini insanlığın manevi tarihinin en önemli bölümlerinden biri olarak değerlendiren Sarton; bilim tarihinin bilginin birikmesi ve gelişmesi bakımından diğer

entelektüel etkinliklerden farklılık taşıdığını ve eğer insanlığın ilerlemesi açıklanacaksa, bilim tarihinin bu konuda en yararlı araç olacağını belirtmektedir (Topdemir, 2002).

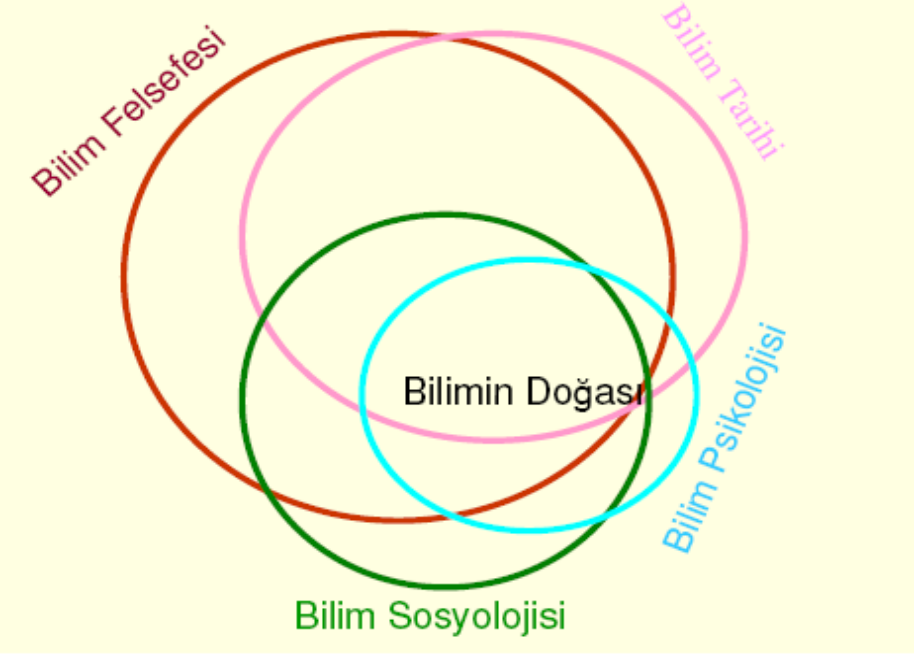
Bilimin tarihi, bilimsel faaliyetin türünün ve tarzının, dayandığı ilke ve yöntemlerinin, deneyim ve teorilerinin hangi aşamalarda geçtiğini tasarlamak olduğu gibi, bu kazanımların geçişli ve karsılaştırmalı yorumunu da içerir. Bilimin tarihi, genel tarihin bir bölümüdür ve tarihin genel belirlenimlerinin dışında ve ya üstünde düşünülemez (Gürbüz, 2005).

Bilimin tarihi, bilimsel bilginin yalnızca deneysel olarak belirlenmediğini teyit eder (McComas vd., 1998). Bilim tarihi ve felsefesi alanındaki araştırmacılar, bilim tarihinin fen öğretiminde kesinlikle bir rolü olması gerektiğini belirtmişlerdir (Lin ve Chen, 2002). Fen derslerinde bilimin tarihini anlatmadan bilimin öğretilemeyeceği özellikle vurgulanmıştır (Kuhn, 2008).

1.6.5 Bilimin Doğası

Alanyazında bilimin doğası hakkında üzerinde fikir birliği sağlanmış tek bir tanım yoktur. Bilimin doğasının çeşitli tasvirleri tarihçiler, fen bilimi düşünürleri ve fen bilimi eğitimcileri tarafından tekrar tekrar yapılmıştır (Lederman, 1992).

Bilimin doğasını; bilim tarihi, sosyolojisi, psikolojisi ve felsefesi gibi bilimin çeşitli çalışma alanlarını bir araya getirir ve “Bilim nedir?”, “Bilim nasıl işler?”, “Bilim insanları nasıl çalışır?” ve “Sosyal ve kültürel bağlamların bilime etkisi nedir?” gibi sorulara verilen cevaplar oluşturur (McComas ve Olson, 1998). Aşağıda yer alan şekil ise araştırmacıların çalışmalarında, çeşitli disiplinlerin kesişiminden oluşan bilimin doğasını göstermektedir.



Şekil 2 Bilimin Doğasını Oluşturan Disiplinler

McComas ve meslektaşları (1998) çalışmalarında yukarıda yer alan tanıma benzer bir tanım sunmuşlardır. Bilim tarihi, bilim felsefesi ve bilim sosyolojisi gibi bilimin sosyal yönünü inceleyen disiplinler ile psikoloji gibi disiplinlerin araştırmalarını birleştirerek; bilimin ne olduğunu, nasıl işlev gösterdiğini, bilim insanlarının oluşturduğunu, bilim toplumunun nasıl organize olduğunu, toplumun bilimi nasıl etkilediğini ve bilimsel gelişmelerden nasıl etkilendiğini anlamaya çalışan disiplinler arası bir çalışma alanı olarak tanımlamışlardır.

Bilimin doğası; basit bir tanımı olmayan, çok yönlü bir kavramdır. Bilim felsefesi, bilim tarihi ve bilim sosyolojisinden bakış açılarını içeren ve farklı olarak bilim epistemolojisi, bilimsel bilginin karakteristiği ve bilimi bilmenin yolu olarak tanımlanır. Belki de bilimin doğasını anlamanın en iyi yolu bilim okur-yazarlığını düşünmektir (Bell, 2009).

Taşar'a göre (2003) bilimin doğası "Bilimin ne olduğunu, bilimin rolünün ne olduğunu, bilim insanlarının kim olduğunu ve ne rol aldıklarını, doğru bilimsel kanıtı, gözlemleri, gerçekleri, kuralları, yasaları, bilimsel metodu ve bilimin nasıl yapıldığını" içermektedir.

Lederman (1992) çalışmasında bilimin doğasını: bilimsel epistemoloji, bilim sosyolojisi, bilimi bilme yolu olarak görme, bilimin gelişimi ve bilimsel bilginin doğasındaki değerler ve inanışlar olarak görmüştür.

Bilimin doğası için bir başka ifadede, Einstein'ın 1933 yılında "Eğer bilim insanlarının nasıl çalıştıklarını bilmek istiyorsanız, bilim insanlarının sözlerini dinlemeyin, dikkatinizi onların çalışmalarına veriniz" sözü bulunmaktadır (Ayar, 2007). Bu tanımdan anlaşılacağı gibi, bilimin doğası bilimin nasıl oluştuğunu ve ilerlediği gibi süreçleri açıklamaktadır.

Fen eğitiminde, fen okur-yazarlığının bir alt boyutu olarak da görülen bilimin doğası, son otuz yıldır fen eğitimcileri, bilim tarihçileri, sosyologları ve felsefecileri tarafından araştırılmaktadır (Lederman, 1992; Abd-El-Kkalick, 2001; Ayar, 2007). Ayrıca bilimin doğasına ilişkin unsurları kazanmak, fen okur-yazarlığının bir şartıdır. Bu yüzden Türkiye ve dünyada yapılan müfredat çalışmalarında bilimin doğasının anlaşılması, istenilen kazanımlar arasında önemli bir yer tutmaktadır (NRC, 1996; AAAS, 1993).

1968 yılında Ulusal Fen Eğitiminde Araştırma Derneği'ndeki (National Association for Research in Science Teaching) görüşmede Marshall Herron (1969) müfredatı planlayanların son eğiliminin: bilimin doğası anlayışını geliştirmek olduğunu belirtmiştir. Herron eğitimde "Bilimin Doğası"nın, fen öğretmenleri ve eğitimcileri tarafından göz ardı edilen, ağızdan ağza dolaşan bir klişe daha olacağından korkmuştur (Bell, 2004). Ancak bilimin doğasına ait olan çalışmalar daima ilerlemiş ve geliştirilerek bugüne kadar devam etmiştir.

Wellington (1994) öğretmenlerin konuları öğretirken bilimin doğasıyla asla ilişki kurmadıklarını, öğretimlerinde bu tür fikirlere gereğinden daha az yer verme eğilimde olduklarını belirtmişler (McComas vd., 1998).

Bilimin doğasının önemli bir kavram oluşu, öğrenilmesini de birçok açıdan gerekli kılmaktadır. Bilimin doğasının öğrenimi;

- Bilimi, bilimin ürünlerini ve günlük hayatta karşılaşılan yöntemlerini anlamasını sağlayabilir.
- Bilimle ilgili sorunlar hakkındaki tartışmalara ve karar verme süreçlerine katılmalarına yardımcı olabilir.

- Bilimin doğasının anlaşılması, insanların bilimsel kültürün en etkili ürünlerinden biri olan bilimsel çabalara değer vermelerini ve bilimsel toplumun normlarını anlamalarını sağlayabilir.
- Bilimin doğasının öğrenilmesi fen konularının daha etkili bir şekilde öğrenilmesine yardımcı olabilir (Küçük ve Çepni, 2006).

Driver, Leach, Millar ve Scott (1996) çalışmalarında bilimin doğasını anlamanın neden önemli olduğunu şu başlıklar altında açıklamaktadır:

a) Yararcı görüş: İnsanların bilimin doğasını anlamaları, bilimi yorumlamak ve günlük hayatta karşılaştıkları teknolojik nesneleri ve süreçleri yönetmek istediklerinde gereklidir. Bu görüş, bilime süreç yaklaşımını getirir ve bilimin doğasını sorgulama yöntemiyle tanımlar. Bu yaklaşım fen eğitiminin esas özelliğinin öğrencilere bilimin yöntemlerini tanıtmak olduğunu iddia eder. Bu yaklaşıma göre bilim güçlü ve genel bir sorgulama yöntemidir. Bilim bir sorgulama yöntemi olarak öğrenilebilir ve bilimsel olan ve olmayan durumlarda kullanılabilir.

b) Demokratik görüş: İnsanların bilimin doğasını anlamaları, toplumsal-bilimsel olayları anlamak istediklerinde karar verme süreçlerine katıldıklarında gereklidir. Sosyo-ekonomik olayları anlayabilmek için sadece bilimsel içeriği bilmek yeterli değildir, ayrıca bilimin doğasını ve bilimsel bilgiyi anlamak gerekir.

c) Kültürel görüş: İnsanların bilimin doğasını anlamaları, bilime çağdaş kültürün temel elementi olarak değer vermeleri durumunda gereklidir.

d) Ahlaki görüş: Bilimin doğası hakkında bir şeyler öğrenmek bilimin doğasına karşı bilincin gelişmesine katkıda bulunabilir.

e) Bilim öğrenme görüşü: Bilimin doğasını anlamak başarılı bir fen öğrenicisi olmayı destekler. Bilimin doğasını anlamak öğrencilerin doğal dünyanın davranışları hakkındaki fikirleri anlamalarına yardımcı olur. Öğrencilere bilimsel genellemeleri ve teorik açıklamaları varsayımlar olarak göstermek ve bunların verilerle kontrol edilebildiğini ve gözlemlenen şeylerden türetilmediklerini belirtmek büyük önem taşımaktadır.

1.6.6 Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar

Yukarıda yer alan bilimin doğası tanımları içerisinde ortak noktalar bulunmakla birlikte, birbirinden farklı tanımlardır. Ayrıca bilimin, sürekli gelişip değişmekte olduğu da göz önüne alınırsa tek bir bilimin doğası tanımı ortaya çıkmayacaktır. Bilimin doğası ve bilimsel çalışmalar konusunda yapılan sistematik çalışmaların yaklaşımı da zaman içerisinde değişmekte ve gelişmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Lederman, 1999). Bu nedenden dolayı bilimin doğasının tanımı hakkında eğitimciler ve araştırmacılar arasında bir fikir birliği yoktur (Lederman, 1999; Abd-El-Khalick, 2004). Böylece bilimin doğasının tanımında değil, bilimin doğasının ne gibi unsurlara sahip olması konusunda fikir birliğine varılmıştır. (Bell vd., 2000; Lederman, 1992; Abd-El-Khalick, 2001).

Uluslararası sekiz ülkenin fen standart çalışmalarından elde edilen ortak bilimin doğasına ilişkin unsurlar Mccomas ve meslektaşlarının (1998) çalışmasında şu şekilde belirlenmiştir:

- Bilimsel bilgi uzun süre varlığını sürdürürken kesin olmayan bir özelliğe sahiptir.
- Bilimsel bilgi ağırlıklı olarak, fakat tamamıyla değil, gözleme, deneysel kanıta, gerçekçi tartışmalara ve şüpheciliğe güvenir.
- Bilim yapmak için tek bir yol yoktur (Bu yüzden adım adım evrensel bir bilimsel metot yoktur).
- Bilim, doğal olayları açıklamak için bir girişimdir.
- Bilimde kanunlar ve teoriler farklı rollere hizmet eder, bu yüzden öğrencilerin teorilerin kanıt olsa bile kanun olamayacaklarına dikkat etmelidirler.
- Tüm kültürden insanlar bilime katkıda bulunur.
- Yeni bir bilgi açık ve ayrıntılı bir şekilde rapor edilmelidir.
- Bilim insanları doğru kayıt tutmayı, görüşlerini ve çalışmalarını diğer bilim insanlarının tekrar yapmalarını isterler.
- Gözlemler teori yüklüdür.
- Bilim insanları yaratıcıdır.
- Bilim tarihi, evrimsel ve devrimsel karakteri açığa çıkartır.
- Bilim, sosyal ve kültürel geleneklerin bir parçasıdır.

- Bilim ve teknoloji birbirini etkiler.
- Bilimsel fikirler, kendi sosyal ve tarihsel çevresinden etkilenir.

Bilimin doğasına ilişkin unsurlar pek çok çalışmada farklı sayıda yer almıştır. Ancak okul öncesi dönemden üniversiteye kadar öğrencilerin aldıkları eğitimle, aşağıda verilen bilimin doğasına ilişkin unsurlardan bazılarını kazanması beklenmektedir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Lederman, 1999). Bu unsurlar ise şu şekilde verilmiştir:

- Bilimsel bilgi kesin değildir, değişebilir.
- Bilimsel bilgi deneylere dayalıdır (teori yüklüdür).
- Bilimsel bilgi özneldir (bilim insanlarının geçmiş yaşantılarından, deneyimlerinden ve önyargılarından etkilenir).
- Bilimsel bilgi, kısmen insan yaratıcılık ve hayal gücünün ürünüdür (açıklamaların icat edilmesini içerir).
- Bilimsel bilgi sosyal ve kültürel olarak kurulduğu belirtilmiştir.
- Bilimsel bilgi gözlem ve çıkarımın birleşimini gerektirir. Ayrıca Abd-El-Khalick ve meslektaşlarının (1998) çalışmasında belirttiği gibi dokümanlarda yer almasa da gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile bilimsel teori ve yasaların işlevi ve aralarındaki ilişki de bu unsurlar arasındadır (Abd-El-Khalick, 2001).

Küçük'e (2006) göre bilimin doğasına ilişkin unsurlar ve açıklamaları aşağıda yer alan Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1
Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar ve Açıklaması

Bilimsel Bilginin Özelliği:	**Özelliğin Tanımı:**
Bilimsel bilgi kesin değildir	Bilimsel bilgi statik, bütün ve "mutlak doğru" değildir. Yeni delillerin ışığında veya aynı verilerin farklı yorumlanmasıyla bilimsel bilgilerin analizleri değişebilir. Bilimdeki bütün bilgiler şu anda kabul edilse de, gelecekte yeni delil veya teorilerin ortaya konulması durumunda değişebilir.

Gözlem ve çıkarım arasında fark vardır	Gözlemler, duyularla doğrudan erişilebilen doğayla ilgili açıklamalardır; fakat çıkarımlara duyularla doğrudan erişilmez. Örneğin, ortalama küresel ısınma ve karbondioksit miktarının ölçülmesi, bilim insanlarının gözlemlerini temsil eder; çünkü bilim insanları duyularını kullanır. Bu ölçümler bilim insanlarının yakın bir gelecekteki küresel ısınma ve karbondioksit miktarı hakkında, duyularıyla doğrudan ulaşamasalar da gözlem ve daha önceki bilgilerini kullanarak bir sonuca varabilir.
Bilimsel bilgi deneyseldir	Bilimsel bilgi, doğal dünyayla ilgili gözlemlere bağlı olarak ortaya çıkar veya onlara dayalıdır. Bilim insanları bilimsel bilgi üretmek için deneysel delile ihtiyaç duyar. Bu nedenle, yeni delillerin varlığı bilimsel bilgilerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirir.
Bilimsel bilgi kısmen insan hayalciliğine ve yaratıcılığa bağlıdır	Bilim insanları zihinlerini ve hayallerini açıklamalar icat etmek için kullanır. Buna karşın, bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılığı kullanması deneysel delil veya sezgisel deneyimleriyle sıraya konulmak zorundadır. Örneğin, bilim insanları küresel ısınma hakkında bilgi toplamak için buz çekirdeği örnekleri şeklinde deneysel delil toplar. Yaratıcılık ve hayalcilik bu süreçte önemlidir, çünkü bilim insanları yeterli buz çekirdeklerine ulaşamaz. Verileri anlaşılır yapmak ve bütün resmin neye benzediği hakkında ne düşündükleriyle ilgili olarak son bir resim oluşturmak için bulmacadaki eksik parçaları doldurmak zorundadır.
Bilimsel bilgi özneldir	Gözlemciden kaynaklanan önyargılar olmaksızın objektif gözlem ve yorumlar yapmak mümkün değildir. Bireylerin önceki bilgileri, kökenleri, deneyimleri ve ön yargıları yaptıkları gözlemleri ve sonuçlarını etkiler. Örneğin, bilim insanları küresel ısınmayla ilgili aynı delilerle sahiptir, fakat aynı sonuçlara varamazlar.
Bilimsel bilgi geniş bir toplum ve kültür içinde üretilir	Bilimsel bilgiler, politikalar, ekonomi, güç yapıları, din ve felsefe gibi kültürel ve sosyal öğelerden büyük ölçüde etkilenir ve onların içine gömülüdür. Örneğin, bir teori sosyal ve kültürel inançlarla tutarlı değilse, destekleyici delillerin varlığına rağmen bilim insanları tarafından reddedilebilir.

Bilimsel yasa ve teori arasında fark vardır	Teorilerin destekleyici delillerin olması durumunda yasa olacağı yönünde yaygın bir kavram vardır. Yasalar ve teoriler iki farklı bilgi türünü temsil eder. Yasalar gözlenen doğa olayları hakkındaki genellemelerdir. Teoriler ise bu genellemelerin açıklamalarıdır.

1.6.7 Bilimin Doğası Hakkındaki Mitler

Ülkemizde ve yurt dışında yapılan müfredat geliştirme çalışmalarında bilimin doğası ve doğasıyla ilgili unsurların eğitiminin önemli olduğu ve eğitimin bir parçası olarak verilmesi gerektiği ön plana çıkmaktadır. Bilimin doğasına ilişkin öğrenci görüşlerinin tespiti için pek çok ölçek geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçeklerin uygulanması sonucu öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının görüşleri belirlenmiş ve bilimin doğasıyla ilgili unsurlar hakkında yanlış bilgilere sahip oldukları tespit edilmiştir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2004; Lederman, 1999; Abd-El-Khalick, 2000; Macaroğlu, Taşar ve Çataloğlu, 1998; Gürses, Doğar, Yalçın ve Mavi, 2004; Çelik ve Bayrakçeken, 2006). Örneğin Türkiye'deki fen öğretmenleri ile lise 10. sınıf Matematik-Fen branşı öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki bakış açılarını ortaya çıkarmak için Doğan-Bora'nın (2005) doktora çalışmasında yarı yapılandırılmış görüşmeler ve Views on Science-Technology Society (VOSTS-TR) anketinden elde edilen verilerin analiz edilmesiyle, öğrenci ve öğretmenlerin aşağıdaki kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir:

- Bilim insanları objektiftir.
- Bilimsel modeller gerçeğin kopyasıdır.
- Bilim evrenseldir, sosyal ve kültürel etkilerden etkilenmez.
- Bilimsel kanunlar kesindir, değişmez.
- Fen bilimlerinde çalışmak için deney gereklidir.
- Bilgiye ulaşmak için tek yol deneydir.
- Bilimsel araştırmalarda, buluşlarda cinsiyet fark yaratır.
- Bilimsel bilgi elde etmek için bilimsel metot uygulamak gereklidir.

- Bilimsel hipotez, teori ve kanunlar arasında hiyerarşi vardır. Hipotezin doğruluğu kanıtlanırsa teori olur, teoriler de farklı zamanlarda denendiğinde doğrulanıp evrenselleşirse kanun olur.
- Genel ve evrensel bilimsel bir metot vardır.

Alanayazında bilimin doğası kavram yanılgılarına; bugün değerli birçok bilimsel gerçeğin bulunmasına yol açan ancak geçmişte kalmış inançlara mit adı verilmiştir. Bilimin doğası ile ilgili kavram yanılgılarına da mit denilmektedir (Doğan-Bora, 2005). Çalışmanın bundan sonraki kısmında artık öğrencilerin sahip oldukları bu kavram yanılgılarına "mit" adı verilecektir.

Mccomas (1998b) tarafından yapılan çalışmada, fen eğitimcileri tarafından en fazla problem olarak karşılaşılan on beş başlık belirlenmiştir. Bunlar bilimdeki mitler olarak adlandırılmış ve bilimin doğası hakkında doğru olmayan bu düşünceler geniş olarak tartışılmıştır. Aşağıda ise bu bölümlere ait bazı başlıklar kısa özetlerle yer almaktadır.

a) Hipotezler teorilere, teoriler kanunlara dönüşür: Buradaki mit elde edilen kanıtlarla bilimsel fikirlerin nihai olarak kanun düzeyine ulaştıkları gelişimsel bir sıranın olduğu genel kanıyla ilgilidir. Buradaki fikir, hipotezlerin ve teorilerin, yasalardan daha az güvenilir olduğudur.

Teoriler ve kanunlar farklı türden bilgilerdir fakat kavram yanılgısı onları aynı bilgi yapısının farklı formları gibi tanımlar. Elbette teoriler ve kanunlar arasında bir ilişki vardır, fakat ne kadar deneysel deliller toplanırsa toplansın, olay birinin diğerine dönüşmesi şeklinde gerçekleşmez. Bilimsel kanun, evrende gözlemlenen ve muhtelif kavram ve olgular arasındaki ilişkiyi betimleyen genelleme seklindeki bir ilkedir. Bilimsel teori ise, doğal bir fenomeni kesin ve doğru olarak açıklamak ve öngörmek için kullanılabilen az-öz ve tutarlı kavramlar, iddia ve kanunlar kümesidir (Moti, 2006).

b) Bilimsel kanunlar ve diğer bu tür fikirler kesindir: İlk olarak, bireyler bilimsel kanunların teorilerle eşit öneme sahip olduklarını anlasalar bile, nadiren bilimdeki tüm bilgilerin değişken olduğunu göz önünde bulundururlar, sık sık matematikteki ispatla fendeki kanıtı aynı görürler. Bu değişkenlik konusu bilimin kendi kendini düzelten yönünün bir parçasıdır ama bu bilimi yanlış anlayanların sıkça göz ardı ettiği bir noktadır.

c) Hipotezler tahminlerdir: Hipotez teriminin tanımı, terimin kullanıldığı ortamın net bir görünüşü olmadan söylemek imkansızdır. Hipotez kavramının en azından üç tanımı vardır, bu nedenle bazı anlamlar terk edilmeli, değiştirilmeli ya da en azından dikkatle kullanılmalıdır. Hipotezler problemine çözüm olarak, Sonleitner (1989) değişken veya deneysel kanunların genelleyici hipotezler olarak, geçici teorilerin ise açıklayıcı hipotezler olarak adlandırılabileceğini önermiştir. Diğer bir yaklaşım ise, hipotez kelimesini terk edip bunun yerine tahminlere dayalı kanunlar ya da tahminlere dayalı teoriler gibi terimleri kullanmak olabilir. Genelleyici hipotezler deliller ışığında kanun olabilirler, tahminlere dayalı teoriler de teori olabilirler; fakat hiçbir durumda teoriler kanun olmaz. Sonuç olarak, laboratuvar deneyleri sırasında öğrencilere bir hipotez önermeleri sorulduğunda, aslında bu terim bir tahmin anlamına gelir.

d) Genel ve evrensel bir metot vardır: Pek çok fen kitaplarının giriş bölümünde yer alan bir liste gibi, bilim insanlarının araştırma yaparken adım adım takip ettiği basamakların olduğunun düşünülmesi yaygın olarak görülen mitlerden biridir. Bu çok basamaklı liste oldukça masum olarak Keeslar (1945) tarafından bilimsel araştırmalarda kontrolü oluşturmak, kayıtları doğru olarak tutmak, dikkatli gözlemler ve ölçümler yapmak için bilimsel araştırmayla ilişkilendirilmiş birçok özelliğin hazırlanmasıyla başlamıştır. Bu liste bir ankete dönüştürülmüş ve geçerlilik için bilim insanlarına sunulmuştur. Önemli olan maddeler mantıklı bir sıraya konulmuş ve bilimsel problemin araştırılmasıyla ilgili olarak bir listenin son hali oluşmuştur. Bu liste hemen ders kitabı yazarları tarafından bilimin nasıl yapıldığının tarifi olarak kabul edilmiştir. Ancak ders kitabı yazarlarının elinde zamanla, bilimsel bir araştırmada bilim insanlarının nasıl çalıştığını açıklayan bir tarif olagelmiştir. Tek bir bilimsel metot anlayışı o kadar yaygındır ki, öğrenciler bilim insanlarının her çalışma düzeneklerinde adım adım izlediği bir metodun olmadığını öğrendiklerinde hayal kırıklığına uğramışlardır.

e) Dikkatlice bir araya getirilen kanıtlar kesin bilgiler oluşturur: Bilim insanları dâhil, tüm araştırmacılar tümevarım denilen sürece kadar deneysel kanıtları toplar ve yorumlar. Bu bir teori icat edilene ya da bir kanun keşfedilene kadar kanıtların toplandığı ve incelendiği bir tekniktir. Tümevarım problemi olarak adlandırılan sebepten dolayı, teknik olarak yararlı olmasına rağmen kanıtların baskın olması, bilginin geçerliliğini garanti etmez.

Bilimin bir yöntemi olarak tümevarım ilk kez Francis Bacon tarafından verildi. 1620 yılında yayınlanan Novum Organum adlı kitabında, bir sonuca varmak için, gerçeklerin ulaşılan önyargısız bir sonuca asimile edilmesini tavsiye etmiştir. Onun önerdiği tümevarım metodu, kısmen insanların geleneksel olarak tahminlere izin veren genellemeler ürettiği temel yoldur. Tümdengelim bir kanunun geçerliliğini kontrol etmede yararlıdır. Örneğin, tüm kuğuların beyaz olduğunu varsayarsak, sonra bulunan kuğunun da beyaz olacağını tahmin ederek kanunu genişletebiliriz. Eğer böyleyse; kanun desteklenmiştir (fakat daha önce bahsettiğimiz gibi, kanıtlanmamış). Siyah bir kuğunun tespit edilmesi kanunun sorgulanmasına neden olur (Popper, 1998).

f) Bilim ve metotları kesin kanıtlar sağlar: Bilimsel çabaların genel başarısı onun ürünlerinin geçerli olmasını ileri sürer. Fakat bilimin bir özelliği de yeni bilgilerin varlığında bilimin gözden geçirilme şartının olmasıdır. Dogmatik düşüncelerin yok olmasına sebep olan değişkenlik, bilimi diğer bilgi şekillerinden ayıran noktalardan birisidir. Toplanmış bilgi yeni bir yasa ve teori için destek, geçerlilik ve doğrulama sağlayabilir, fakat bu kanunların ve teorilerin doğru olduğunu asla kanıtlamayacaktır.

Tümevarım problemi, bilimde kanıta karşı çıkar, fakat bu mitin araştırılmaya değer farklı bir öğesi vardır. Hangi tür bilimsel fikir göz önünde olursa olsun, doğruluğu zayıflatan kanıtlar birikmeye başladığında en azından bu düşüncenin yanlış olduğunu biliriz. Daha önce tartışılan beyaz kuğular örneğini düşünün. Birisi dünyayı araştırıp sadece beyaz kuğuları görebilir ve 'tüm kuğular beyazdır' genellemesine varabilir. Fakat bir siyah kuğunun keşfi önerilen bu doğa kanunun altüst olması için veya değişiklikle sonuçlanması için gerekli potansiyele sahiptir. Diğer beyaz bir kuğuyu bulmak hiçbir şeyi kanıtlamaz, onun keşfi sadece orijinal fikrin değerli olduğunu gösterir. Bilim filozofu Karl Popper'ın ileri sürdüğü gibi bilim insanlarının kendi görüşlerini rutin olarak çürütmeye çalışıp çalışmayacağı ve bir bilim insanının fikrini değiştirmek için ne kadar karşı delil olacağı büyüleyici konulardır.

g) Bilim yaratıcılıktan çok yöntem/metotlardan oluşur: Bilimin başarısından sorumlu tek bir garantili metodun olmadığını kabul ediyoruz, fakat tümevarımın, teoriler ve kanunlar için hammadde sağlayarak bireysel gerçeklerin toplanması ve yorumlanması, birçok bilimsel çalışmanın temeli olduğunu anladık. Bu farkındalık bir paradoks öne sürer. Tümevarımın kendisi sonuçlara varmada garantili bir metot değilse, bilim insanları gerekli kanun ve teorileri nasıl geliştirecekler? Tümevarım, toplanmış,

analiz edilmiş ve incelenmiş bireysel gerçekleri kullanır. Bazı gözlemciler bu bilgilerden bir örnek çıkarabilirler ve buna karşılık olarak bir kanun önerebilirler, fakat örneğin önerildiği mantıklı ve prosedürel hiçbir metot yoktur. Teoriyle de aynı durum söz konusudur. Sadece bilim insanının yaratıcılığı teorilerin icadına ve kanunların keşfine izin verir. Eğer gerçekten tek bir bilimsel metot olsaydı, aynı uzmanlığa sahip iki kişi aynı gerçeği gözden geçirir ve muhtemelen aynı sonuçlara varırdı. Bunun garantisi yoktur çünkü yaratıcılılığın genişliği, doğası ve uygulanması kişisel bir özelliktir.

h) Bilim ve metotları bütün soruları cevaplayabilir: Bilimin filozofları, neyin bilim olarak sayılacağına dair geçerli bir tanım sağlamak için Karl Popper'ın çalışmalarına ve onun çürütebilme prensibine başvurmanın faydalı olduğu görüşündedirler. Popper sadece potansiyel olarak çürütülebilen fikirlerin bilimsel fikirler olduğunu ileri sürmüştür.

Örnek olarak yerçekimi kanununa göre mesafe sabit tutulduğunda ağır objeler hafiflere göre daha fazla yerçekimi kuvvetine sahiptir. Bu bilimsel bir kanundur çünkü yeni keşfedilmiş bir obje yerçekimi kuralından farklı davrandığında çürütülebilir. Bunun tam tersine, yaradılışçıların temel fikirlerine göre türler şekilleri tamamlanmış olarak doğaüstü bir varlık tarafından dünyaya yerleştirilmiştir. Yaradılış bilimi bir dini inanış ve çürütme gerektirmez. Yüzlerce yıl önce ilahiyatçıların ve bilim insanlarının etki ve uzmanlık küreleri birbirlerine içine geçmiş ve o zamandan itibaren biraz zıtlıkla bir aradadırlar. Bugün sadece din ve bilim arasındaki farkı anlamayanlar bu iki önemli dünya görüşünün kurallarını, rollerini ve sınırlılıklarını birbirine karıştırmaktadır.

ı) Bilim insanları objektiftir: Bilim insanlarının objektif olamayacaklarının diğer bir yönü de, psikolojik görüş olarak, teori yüklü gözlemlerde bulunmaktadır. Bilim insanları tüm gözlemciler gibi dünyanın işleyişi ile ilgili sayısız yerleşmiş ön kavram ve ön yargılara sahiptir.

Bilinçaltında tutulan bu görüşler herkesin gözlem yapma yeteneklerini etkilemektedir. Önyargısız olarak gerçekleri toplamak ve yorumlamak imkânsızdır. Pek çok çalışmada aynı verileri gözden geçiren iki kişinin, aynı sonuca ulaşmasını beklenmemelidir. Sadece kişisel yaratıcılık bir rol oynamaz aynı zamanda kişisel teori yüklü gözlemler durumu karmaşık hale getirir.

i) Bilgiye ulaşmak için temel yol deneydir: Öğrenciler okuldaki fen kariyerleri boyunca bilimi, deney yapma ile ilişkilendirme konusunda cesaretlendirilmektedirler. Tabi ki, doğru deneysellik bilimde yararlı bir araçtır fakat bilgiye giden tek yol değildir. Bilimsel bilgi gözlem, analiz, tahmin, kütüphane araştırması ve deneysellik gibi çeşitli yollarla kazanılır.

Birçok kayda değer bilim insanı bilimsel bilgi geliştirmek için deneysel olmayan teknikler kullanmıştır. Astronomideki çoğu önemli keşifler deneylerden ziyade geniş gözlemlere dayanmaktadır. Copernicus ve Kepler sık sık başka bilim insanları tarafından uzun ve ayrıntılı gözlemlerden, çıkarım yapılan gözlemsel kanıtı kullanarak bizim güneş sistemine olan görüşümüzü değiştirmiş ama iki bilim insanı da deney yapmamıştır.

j) Bilimsel modeller gerçeği temsil eder: Bilimin ana sınırlandırmalarından biri gerçeğin "doğru" doğasının hiçbir zaman bilinemeyeceğidir. Bilim, kısmen de olsa doğal dünyayla ilgili soruları cevaplamak ve "doğruya" olabildiğince yaklaşmak için icat edildi. Başka bir felsefi ilke bilimsel fikirler düzgünce işlediği ve bütün kanıtlarla uyumlu olduğu sürece gerçekle örtüşüp örtüşmemesi sorun değildir.

Öğrencilere bir kez atomların renginin ne olduğunu sorulduğunda, cevapları öğrencilerin kullandıkları ders kitapları ile yakından ilgilidir. Eğer kitap atomları mavi olarak renklendirdiyse, o zaman öğrencilere sorulduğunda mavi onların atomlara verdikleri renktir. Modelleri "yararlı kurgular" olarak düşünmek muhtemelen bizim işimize yarardı, fakat çok azının bunu akıllarında tuttuğu şüphelidir.

k) Bilim bireysel yapılan bir uğraştır: Nobel ödülleri bile araştırma takımlarından ziyade bireysel bilim insanlarına verilir. Bilim insanları üzerine çalışan sosyoloji bilimi çok nadiren yalnız bir bireyin kafasında bilimsel bir fikrin oluştuğunu, bu fikir sonradan, o birey tarafından geçerli sayıldığını ve bilimsel toplum tarafından kabul edildiğini göstermiştir. Süreç doğrunun açığa çıkarılmasından ziyade bir müzakere gibidir. Bilim insanları benzer fikirlere sahip araştırmacılardan oluşan bir topluluktaki araştırma takımlarında çalışırlar. Bilimdeki çoğu problem kısıtlı zaman, entelektüel sermaye ve finanstan dolayı tek bir bireyin yalnız başına takip etmesi için çok karışıktır.

Öğrencilerin yukarıdaki gibi pek çok kavram yanılgılarına sahip olmamaları için, bilimin doğası eğitiminin doğru olarak verilmesi çok önemlidir. Doğan-Bora (2005)

okullarda verilen bilim eğitiminin, öğrencilerin bilimsel bilginin doğası hakkındaki fikirlerini etkilediğini belirtmiştir. Öğrencilerin yukarıdaki gibi kavram yanılgılarına sahip olmamaları için örgün eğitim kurumlarında aldıkları fen eğitimde bilimin nasıl ilerlediği, bilimsel bilgilerin nasıl oluştuğunu, bilim insanların ne gibi özelliklere sahip olduğu gibi unsurların yanı sıra; bir bilimsel tartışma esnasında sahip olduğu bilgileri kullanabilen, günlük hayatı içerisine bu bilgileri taşıyabilen, sorgulayan ve merak eden bireylerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bunun için de fen öğretmenlerine büyük görevler düşmektedir.

1.6.8 Bilimin Doğasının Öğretimiyle İlgili Yaklaşımlar

Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili yapılan çalışmaların öğrenciler için başarısız olması ve öğretmenler için ise sınırlı ölçüde başarılı olmasının nedeninin, çalışmaların altında yatan varsayımın bir sonucu olduğu belirtilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Bu varsayım; bilimin doğasının öğretiminin öğrencilerin bilimle ilgili etkinliklere katılarak bir "yan ürün" olarak elde edilebileceğidir. Bu yaklaşım "dolaylı yaklaşım" olarak bilinir. Bu yaklaşım, öğretmen ve/veya öğrencilerin bilimin doğasını "bilim yaparak" ve araştırma etkinliklerine katılarak otomatik olarak öğrenebileceklerini savunmaktadır. Ancak araştırmalar, dolaylı yaklaşımda bilimin doğasının bazı özel yönleri hakkındaki tartışmalara odaklanmadığı için öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sınırlı bir anlayış geliştirdiklerini göstermiştir (Lederman, 1992). Köseoğlu, Tümay ve Budak (2008) son yıllardaki çalışmalarında öğretmen adaylarına bilimin doğasının öğretimi konusundaki uygulama deneyimleri sırasında argümantasyon, sorgulayıcı-araştırma ve proje tabanlı öğretim stratejilerini uygularken öğrencileri sadece bilim yapma faaliyeti içine sokarak onlara bilimin doğasını çeşitli yönlerden ele alan tartışmalara katılma fırsatı sağlanmadığı takdirde, bilimin doğası ile ilgili yeni anlayışları geliştirmelerinin zor olduğu belirtmiştir. Buna karşın, bilimin doğasının öğrenilebilmesinin "bilişsel bir öğrenme ürünü" olarak kabul edilerek, onun ikincil bir ürün olarak öğrenilmesini beklemek yerine etkin bir şekilde planlanması ve doğrudan öğretilmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000).

Bu bağlamda, bilimin doğasının açıklanan farklı unsurlarının öğretilmesine yönelik doğrudan bir çaba harcanması gerektiği ve öğrencilerin katıldıkları etkinliklerle ilgili yansıtmalarda bulunarak bunları daha iyi farkına varabilecekleri tartışılmaktadır. Bilimin doğasının doğrudan öğretimine yönelik bu yaklaşım doğrudan-yansıtıcı yaklaşım olarak bilinmektedir. Bilimin doğasını doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretimi; öğrencilerin bir konu alanı veya bilimin doğası etkinlikleri bağlamında yansıtmalarda bulunacakları bir öğrenme ortamında öğretimin yapılandırılmasını içerir. Yapılan çalışmalarda, bu yaklaşımın öğrenenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını istendik yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle bilimin doğasının öğretilmesi için doğrudan-yansıtıcı yaklaşımın kullanılması gerektiği özellikle son yıllarda birçok fen eğitimcisi tarafından vurgulanmaktadır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002).

Bunun yanında bilimin ve bilimsel bilgilerin tarihsel süreç içerisinde nasıl ilerlediğinin örnek olaylarla öğreten bir yaklaşım daha bulunmaktadır. Griffiths ve Barman (1995) bu yaklaşımın tarihsel yaklaşım olduğunu belirtmektedir (Akt: Ayvacı, 2007). Bu yaklaşımda öğrencilerin ilgili tarihsel dönemin sosyal ve kültürel bağlamında, bilimsel teorilerin gelişimini keşfedebilecekleri etkinliklere katılmaları sağlanır.

Yapılan çalışmalarda en etkili bilimin doğası öğretim yaklaşımı doğrudan yaklaşım olarak belirtilse de; bilimin doğasının öğretimi için daha çok çaba harcanmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bilimin doğasının öğretiminde doğrudan yaklaşımın kullanılması öğrencilerin daha yeterli kavramlar kazanmaları açısından ancak sınırlı başarı sağlayabilmiştir (Carey, Evans, Honda, Jay ve Unger, 1989). Bu nedenle diğer yaklaşımlarla da desteklenmiş olarak, önceden çok iyi bir şekilde planlanmış etkinliklere ihtiyaç vardır. Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu etkinliklerin bir fen konu alanına bağlı olarak hazırlanmasının gerekli görüldüğünden, fen konu alanına bağlı olarak etkinlikler oluşturulmuştur. Böylece öğrenciler hem çok iyi planlanmış etkinliklerle bilimin doğasıyla ilgili unsurları bir fizik konu alanı bağlamında öğrenecekler, hem de hazırlanan bu etkinlikler ders öğretmenine zaman açısından büyük bir kolaylık sağlayacaktır. Ancak gerçek amacımız; bu etkinliklerin birer yol haritası olması ve öğretmenlerin de kendi bilimin doğası etkinliklerini oluşturmalarıdır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirleyen ve bu görüşleri geliştirmek için yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. İlgili çalışmalar Bilimin Doğasıyla İlgili Ulusal Çalışmaların İncelenmesi (2.1) ile Bilimin Doğasıyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmaların İncelenmesi (2.2) olarak iki başlıkta yer verilmiştir.

2.1 Bilimin Doğasıyla İlgili Ulusal Çalışmaların İncelenmesi

Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yapılan pek çok çalışmaya rağmen, yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (Abd-El-Khalick, 2001). Ülkemizde yapılan çalışmaların sayısı yurtdışındaki çalışma sayılarına göre oldukça az olduğu belirtilmiştir (Can, 2008). Bu çalışmalardan bazıları incelenerek aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Araştırmacıların bir kısmı bilimin doğası hakkında alanyazın taraması yaparak, bilimin doğasının nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda görüş belirtmiştir. Türkmen ve Yalçın (2001) tarafından ülkemizde fen eğitiminde başarının sağlanması için öğrencilerde oluşturulmaya çalışılan bilimsel okur-yazarlığın önemi ve bu okur-yazarlık için en önemli şartlardan birisinin de bilimin doğasının özelliklerinin kazandırılması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada bilimin doğasının ne olduğu ve eğitiminin hangi kademede nasıl verileceği hakkında görüş belirtilmiştir. Ülkemizde verilen eğitimin amacının bilimin doğasının özelliklerini kazandırmak ve bilime karşı pozitif bir tutum oluşturması gerektiği belirtilmiştir. Bu amacın gerçekleşmesinin kolay olmadığı fakat toplumumuzun ancak böyle ilerleyebileceği söylenmiştir.

Taşar (2003) tarafından bilim insanlarının, öğretmenlerinin ve öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki farklı görüşleri derlenmiştir. Bilimin tarihi ve doğasının neden ve nasıl öğretilmesi gerektiği hususu üzerine dikkat çekmiştir. Bu konuda alanyazında üç yaklaşımın olduğu belirtilmiştir. Bilimin doğasının, fen bilimleri

eğitiminin bir parçası olarak işlenmesi; sınıfta dikkat çekici özel olaylar üzerinde derinlemesine düşünme ortamının yaratılması ve bilimin doğasının daha açık bir şekilde ayrı bir ders olarak öğretilmesi üzerinde durmuştur. Bu çalışmada ayrıca; fakültelerde üçüncü yılda okutulmakta olan "Bilimin Tarihi ve Doğası" adlı seçmeli ders hakkında bilgiler verilmiştir. Bilimin doğasının ve bilim tarihinin neden ve nasıl öğretilmesi gerektiği belirtilerek, bilimin doğası hakkında öğretmenlerin, öğrencilerin ve bilim insanlarının görüşleri derlenmiştir.

Köseoğlu, Tümay ve Budak (2008) tarafından bilimin doğası hakkında alanyazındaki görüşleri derleyen ve yorumlayan bir çalışma yapılmıştır. Bireylerin bilimin doğası hakkındaki fikirlerini oluşturmak için tarihsel, dolaylı ve açık-düşündürücü yaklaşımın kullanıldığını ancak alanyazında yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde açık-düşündürücü yaklaşımın daha etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda bilimin doğasının öğretimi için materyallerden öğretmen yetiştirmeye kadar köklü değişikliklerin yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Bağcı-Kılıç (2003) tarafından 1999 yılında 38 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen 3. Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması'nda bu ülkelerden seçilen belirli bir örnekleme uygulanan çalışmanın sonuçlarını değerlendirmiştir. Bu sonuçlar kullanılarak bilimsel araştırmanın, bilimin doğasının önemi ve ülkemizdeki durumu tartışılmıştır. Bilimsel araştırma ve bilimin doğasına ilişkin 12 soru sorulmuştur. Türkiye genel sıralama olarak bilimsel araştırma ve bilimin doğası alanındaki sorularda 38 ülkeden 33. olarak uluslararası ortalamanın istatistiksel anlamlı farkla altında kaldığı belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda Türkiye'nin hızlı bir şekilde bilimsel araştırma yoluyla fen öğretimini uygulaması gerektiği, bunun için de nitelikli fen öğretmenlerine ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.

Araştırmacıların bir kısmı ise öğrencilerin, öğretmen ve öğretmen adaylarının geliştirilen ya da alanyazında bulunan ölçme araçlarıyla bilimin doğası hakkındaki görüşlerini tespit etmiştir. Küçük ve Çepni (2006) tarafından 6, 7, ve 8. sınıf olan 69 ilköğretim öğrencisinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramlar, alanyazından doğrudan alınıp Türkçeye uyarlanan ve çoktan seçmeli 5 sorudan oluşan bir anket formu (Kang, Scharmann ve Noh, 2005) kullanılarak belirlenmiştir. Bilimin doğasının: bilimin amacı, bilimsel teorilerin tanımı, modellerin doğası, bilimsel teorilerin kesin olmaması ve bilimsel teorilerin kökeni gibi beş farklı unsuru

incelenmiştir. İlk olarak başka bir ilkokulda 24 öğrenciyle bir pilot çalışma yapılarak, öğrencilerin ankette anlamakta güçlük çektikleri kısımlar düzeltilmiştir. Bunun dışında anketin geçerliğini kontrol etmek için fende ortalama başarı seviyesinin altında olan dört öğrenciyle mülâkat yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler sayısal olmadığından, her bir soru için ileri sürülen fikirleri içeren çapraz tablolar oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda öğrencilerin belirlenmek istenen beş bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkında eksik bilgileri olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle ülkemizdeki fen öğretimi deneyimlerinin öğrencilere bilimin doğasını öğretebilme açısından etkisiz kalmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Bilimin doğasının öğrencilere araştırmaya ve incelemeye dayalı programlar yoluyla dolaylı olarak öğretilebilmesinin zor olduğu belirtilmektedir. Buradan hareketle bilimin doğasının öğretiminin bilişsel bir öğrenme hedefi olarak programda yerini alması ve öğrencilere doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi önerilmiştir.

Çelikdemir (2006) tarafından yapılan çalışmada 1949 ilköğretim öğrencisinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri, alanyazında yer alan Aikenhead, Fleming ve Ryan (1989) tarafından geliştirilen VOSTS anketi ile Lederman, Adb-El-Khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından geliştirilen VNOS anketlerinden yararlanılarak oluşturulan "İlköğretim için Bilimin Doğası Anketi" ile araştırılmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin büyük bir bölümünün geleneksel görüşe sahip olduğu görülmektedir. Öğrenciler bilimsel kanun ile teorilerin farklı bilgiler olmasında ve bilimsel bilgiyi elde etmede kullanılan metotlar hakkında yanlış görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca kız öğrencilerin bilimin subjektif ve yaratıcı doğası konusunda erkek öğrencilere göre daha çağdaş düşünceye sahip oldukları belirtilmiştir.

Kılıç ve meslektaşları (2005) tarafından ortaöğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını nasıl algıladıklarını ile bu bilginin cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değişip değişmediğini saptamak için; 575 öğrenciye "Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği" uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarında öğrencilerin bilimsel bilginin doğasını algılamasının cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Meslek lisesi öğrencilerinin diğer liselere göre bilimsel bilginin doğası hakkında, en fazla geleneksel görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların büyük bir kısmının bilimsel bilginin doğası hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı saptanmıştır. Bu çalışma

sonucunda elde edilen bulguların fen programların ve kitaplarının geliştirilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Temel ve meslektaşları (2006) kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası ve fen öğretimi hakkındaki inançlarının eğitimleri sırasında bir değişiklik gösterip göstermediğini ve kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla; ilk olarak Chen ve meslektaşları tarafından geliştirilmiş olan, "Bilimin Doğası ve Fen Öğretimi İnanç Ölçeği (BASSSQ)"nin ilk kısmı "Öğretmenin Bilim Hakkındaki Görüşü" anketi, 1. ve 5. sınıf olan 62 öğretmen adayına uygulanmıştır. Bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek için ise, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz tarafından geliştirilen "Bilimin Doğasına İlişkin Görüş" anketi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda 1. sınıf öğrencileri açıklamalarını örneklerle desteklemekte zorlanırken, 5. sınıf öğrencilerinin bu konuda daha başarılı oldukları ve bilimin doğası konusunda yaptıkları açıklamaların birinci sınıflara göre daha iyi olduğu belirtilmiştir. Böylece kimya eğitimleri boyunca bilim ve bilimin özellikleri konusunda öğretmen adaylarının bilgilerinin arttığı belirtilmiştir.

Taşar (2002) tarafından İlköğretim Matematik Öğretmen adayı olan 22 kişi ile, İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmen adayı olan 43 kişinin bilimsel bilginin doğası ve öğrenilmesi hakkındaki görüşlerini belirlemek için Halloun'un hazırladığı Bilim Hakkında Görüşler Anketi (Views About Science Survey) formunu Türkçe'ye aktararak uygulamıştır. 30 sorudan oluşan anketin değerlendirmesi Halloun ve Hestenes (1998)'in yaptığı taksonomiye uygun olarak "uzman", "ileri geçiş", "başlangıç geçiş" ve "avami" olarak katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüş profilleri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgularda öğretmen adaylarının yarından fazlası uzman profiline sahip olarak bilimi anlama ve yorumlama yanında öğrenmeye yönelik de olumlu birer görüş profiline sahip oldukları belirlenmiştir.

Aslan, Yalçın ve Taşar (2009) tarafından 48 fen ve teknoloji öğretmeninin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin saptanması amacıyla, Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen VOSTS anketi ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yoluyla veriler toplanmıştır. Araştırmanın amacına uygun olarak anketin 114 çoktan seçmeli sorusundan seçilen ve Türkçeye uyarlaması yapılan 7 madde bu çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmada uygulanacak olan anketin seçenekleri, Rubba, Bradford ve Harkness'in (1996) kullandıkları "Gerçekçi", "Kabul edilebilir" ve "Yetersiz"

kategorilerine göre sınıflandırılarak yorumlanmıştır. Araştırmanın sonucunda; bilimin tanımı, bilimsel gözlemlerin doğası, önerme, kuram ile yasaların yapısı ve bilimsel yönteme ilişkin görüşlerinin büyük oranda yetersiz ve eksik olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğunun gerçekçi görüşlere sahip olduğu tek konu ise, bilimsel bilgilerin ileride değişebileceğidir.

Çalışmalara katılan bireylerin çoğunun bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin "zayıf" olarak belirlenmesinden sonra, bu zayıf görüşlerin yeterli ve doğru olan bilgilerle değiştirmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle araştırmacıların bir kısmı bilimin doğasına ilişkin unsurları hakkındaki özellikleri kazandırmaya yönelik bir ders ya da model geliştirmiştir. Kocakülah ve Kaya (2006) tarafından fen bilgisi öğretmen adayı 45 kişinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmek amacıyla bir model ders tasarlanmıştır. Bu model dersler beş hafta boyunca geliştirilmiştir. Model derslerin öğretim hedefi, Mccomas'ın (1998b) çalışmasında yer alan bilimin doğası hakkındaki kavram yanılgılarını gidermektir. Derslerin geliştirilmesinde bilim tarihinden ve alanyazındaki bilimin doğası öğretim etkinliklerden (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998) yararlanılmıştır. Araştırmadan önce ve sonra öğrencilerin görüşlerini belirlemede veri toplama araçları olarak 114 açık uçlu sorudan oluşan Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler (VOSTS) ölçeği (Ryan ve Aikenhead, 1992b) kullanılmıştır. Rastgele seçilen 8 öğrenciyle ise yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Esas örneklem grubuna uygulamadan önce 44 öğrenci ile pilot çalışması yapılmış ve sonuçlar doğrultusunda 21 maddeden oluşan bir VOSTS ölçeği çalışmada kullanılmıştır. Uygulanan derslerin öğretmen adaylarının fen eğitiminde bilimsel bilginin önemine inançlarını arttırdığı ve ilköğretim ya da ortaöğretim öğrencilerinin bilim doğasını anlamalarına yönelik benzer derslerin hazırlanması önerilmiştir.

Muğaoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada 281 fen bilgisi öğretmen adayının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini incelemek için bir model oluşturmuştur. Bunun için ise bilimin doğasına ait düşüncelerin hangi faktörlerden etkilendiği araştırılmıştır. Bu faktörler: bilimsel işlem becerileri, fen öğretmeye yönelik tutumları, akademik başarıları ve sosyal değerleridir. Araştırma sonuçlarında, fen öğretmeye yönelik tutum ile bilimin doğasına ilişkin görüşler arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğunu, bilimsel işlem becerileri ile bilimin doğasına ilişkin görüşleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı, genel not ortalamaları ve eğitim dersleri ortalamaları ile

bilimin doğasına ilişkin görüşleri arasındaki korelasyon anlamlı bulunmuştur. Fakat fen dersleri ortalaması ile bilimin doğasına ilişkin görüş arasında anlamlı bir korelasyon ve kuramsal, politik, sosyal, estetik ve dini değerler bilimin doğası hakkındaki görüşlerle anlamlı düzeyde ilişkili olmadığı görülmüştür. Böylelikle fen öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirmek amacıyla hazırlanacak ders ya da programların değişkenlerin belirlenmesiyle daha faydalı olacağına inanılmaktadır.

Morgil ve meslektaşları (2009) tarafından 61 kişilik fizik ve biyoloji branşındaki öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin belirlenerek, laboratuvar uygulaması ile proje tabanlı laboratuvar uygulamasının bilimin doğası hakkındaki bilgi ve algılamaları ile kimyaya karşı tutumlarına olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada öğrencilere ön test ve son test olarak "Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler Anketi" (VNOS-C) ile BASSSQ ve Kimyaya Karşı Tutum Ölçeği olarak uygulanmıştır. Çalışmada birinci sınıfta olan öğretmen adaylarının temel kimya laboratuvarı deneylerine ek olarak, proje tabanlı laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Deneysel uygulamalar esnasında öğrencilerden bilimsel süreç becerilerinden temel becerileri kazanmaları beklenmiştir. Proje tabanlı laboratuvar uygulamasında ise verilen hedef soruların çözümüne ulaşmak için 2-3 kişilik gruplar deneyler önererek, bu deneyleri diğer gruplara sunmuşlardır. Bilimin doğası anketine verdikleri yanıtlar "iyi", "orta" ve "zayıf" olarak sınıflandırılmış ve değerlendirmeler de bu ölçütler göz önüne alınarak yapılmıştır. Bilimin doğasına ilişkin görüş anketinin ön testine verilen cevaplar sonucunda öğrenci görüşlerinin "zayıf" olduğu, çalışma sonucunda ise bilimin doğası hakkında sahip oldukları bilgi seviyesinin yükseldiği ve uygulamaların öğrencilerin kimya dersine karşı tutumlarının da arttırdığı belirlenmiştir.

Ayar (2007) tarafından fen bilgisi öğretmeni adayı olan 112 kişinin aldıkları Fen-Teknoloji-Toplum dersinin, sahip oldukları değerlerin ve bilimsel süreç becerilerin bilimin doğasına ilişkin tutumları açıklamada bir etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Bunun için Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği-II'yi çalışmasının başında ve sonunda olmak üzere öntest ve sontest olarak, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ve Değerler Ölçeği'ni ise sadece çalışmanın başında bilgi düzeylerini belirlemek için kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, fen-teknoloji-toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca alanyazına uygun olarak öğretmen adaylarının

bilimin doğası hakkındaki görüşleri, akademik başarıları ile ilişkisiz, fen öğretimine karşı tutumlarıyla ilişkili olduğu ve bilimsel süreç becerilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini açıklamada bir yordayıcı olmadığı belirtilmiştir.

Çelik ve Bayrakçeken (2006) tarafından yapılan çalışmada "Fen, Teknoloji ve Toplum" dersini alan 212 öğretmen adayının bilimin doğası hakkındaki görüşleri tespit edilerek, aldıkları bu dersin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisi incelenmiştir. Öğretmen adaylarının 2002-2003 eğitim-öğretim yılının başında dersi almadan önce ve dönem sonunda dersi aldıktan sonraki görüşleri VOSTS anketinden belirlenen maddeler yardımıyla tespit edilmiştir. Adayların bilim hakkındaki görüşlerinin, dersten önce bilimin doğası hakkında geleneksel olduğu belirlenmiştir. Derslerden sonra ise özellikle bilimin yaratıcı karakteristiği, bilimsel modeller, bilimsel metotlar, bilimsel yasa teori ve hipotezler arasındaki ilişki hakkında ilerleme belirlenmiştir. Bilimsel teorileri gerçeğin birer kopyası olarak gördükleri tespit edilmiştir. Bilim insanlarının özellikleri hakkında ise başlangıçtaki görüşlerinde bir değişim olmadığı belirtilmiştir.

Araştırmacıların bir kısmı ise bir konu alanından bağımsız olarak bilimin doğasının öğretimiyle ilgili yaklaşımları kullanarak tasarlanan ya da alanyazından alınan etkinliklerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisini araştırmıştır. Küçük (2006) tarafından yapılan doktora çalışmasında, 17 ilköğretim öğrencisi ve fen öğretmenleri üzerinde bilimin doğasına ilişkin kavramlarının kazanılması için doğrudan yansıtıcı etkinliklerin etkisi incelemiştir. Bu etkinliklerden bazıları alanyazında yer alan (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998) çalışmalardan alınarak Türkçeye çevrilmiştir. Etkinliklerde bilimin deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, yaratıcı ve hayalci doğası üzerinde durulmuştur. Etkinliklerden önce öğrencilerin ve öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki profilleri "zayıf" olarak belirlenmiştir. Çalışmada bilimin doğası anketleri ön test ve son test olarak kullanılmış, bunun yanında her etkinlik sonunda öğrencilerden yansıtıcı yazılar yazmaları istenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin tamamının bilimin doğasına ilişkin unsurlarına ait düşüncelerinin yeterli profile ulaştığı, fen öğretmeninin ise teori ve yasalar dışında diğer unsurlar hakkındaki düşüncelerinde ise yeterli seviyeye ulaştığı görülmüştür.

Beşli (2008) tarafından 56 fen bilgisi öğretmen adayının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine, bilim tarihinden kesitler incelemenin etkisinin olup olmadığı incelenmiştir.

Öğretmen adaylarının çalışmadan önce ve sonraki görüşleri Doğan-Bora, Arslan ve Çakıroğlu (2006) tarafından Türkçe'ye adapte edilen VOSTS anketi uygulanarak tespit edilmiş ve alınan sonuçlar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığına bakılmıştır. Çalışmada bilim tarihinden kesitleri anlatan pasajlar TÜBİTAK yayınlarından ve incelemeleri için Cemal Yıldırım'ın kitaplarından 13 adet bilim tarihi makalesi seçilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgularda öntest ve sontest arasında çok yüksek olmayan ancak yine de olumlu bir etkinin olduğu belirtilmiştir.

Can (2008) tarafından 60 ilköğretim yedinci sınıf öğrencisinin bilimsel süreç becerilerinin, bilimin doğası anlayışlarının ve kavramsal anlamalarının bilimin doğası anlayışlarına nasıl bir etkisi olduğu fen ve teknoloji dersindeki kavramlar öğretilirken araştırılmıştır. Öğrenciler iki gruba ayrılarak, deney grubuna bilimin doğası anlayışını kazandırdığı düşünülen etkinlikler yapılırken, kontrol grubunda ise sadece müfredatta yer alan etkinlikler yapılmıştır. Bu etkinliklerde bilimsel bilginin deneysel olması, kesin olmaması, insan yaratıcılığının ve hayal gücünün bir ürünü olması ile gözlem ve çıkarım arasında fark olması gibi bilimin doğasına ilişkin unsurlar üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda her iki grubunda bilimin doğası anlayışlarının ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olumlu bir katkısı olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol grubu öğrencileri bilimsel bilginin değişebilirliğini kabul etmemişlerdir.

Küçük (2008) tarafından yapılan çalışmanın amacı: 20 öğretmen adayının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmek ve kendi sınıflarında da bilimin doğasını öğretmeleri için onları cesaretlendirmek olarak belirtilmiştir. Çalışmadan önce ve sonra öğrencilerin görüşleri öntest ve sontest olarak VNOS-C kullanarak belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarıyla yarı-yapılandırılmış görüşmeler de yapılmıştır. Çalışmanın öncesinde öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri yetersiz olarak belirlenmiştir. Doğudan-yansıtıcı etkinlikler kullanılarak yapılan çalışma sonrası ise teoriler ve kanunlar arasındaki ilişki ve farklılık dışında, çoğunluğu bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmişlerdir. Bir diğer amaç için ise öğretmen adaylarının bilimin doğasını kendi sınıflarında öğretmek için bir amaca ihtiyaç duymuşlardır. Bunların aşılması için ise öğretmen adayları yüreklendirilmiş ve ilköğretim öğrencileri için konulara bağlı olarak, kendi bilimin doğası öğretim etkinliklerini tamamlamaları sağlanmıştır.

Bir konu alanına bağlı olarak ise Ayvacı (2007) yaptığı doktora çalışması incelenmiştir. Sınıf öğretmeni adayı olan 54 kişinin kütle çekimi konusuna bağlı olarak, farklı yaklaşımlarla öğretimin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisi incelemiştir. Sınıf öğretmen adaylarına dolaylı, doğrudan ve yansıtıcı yaklaşımla hazırlanan üç materyal hazırlanmıştır. Çalışmada bilimin doğası hakkında öğretmen adaylarının sahip olduğu bilgilerin tespiti için ön test ve son test olarak Lederman (2002) çalışmasından alınan VNOS-C anketi uygulanmıştır. Bu anket dışında bilimsel bilgiye yönelik görüşlerle kütle çekimi hakkındaki bilgilerinin değişimini tespit etmek için sırasıyla Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi ve Kütle Çekimi Kuvveti Başarı Testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Tasarlanan öğretim materyallerinin uygulanmasından önce öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili zayıf görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama sonrasında ise en fazla doğrudan-yansıtıcı yaklaşım kullanılarak yapılan materyalin bilimin doğası unsurlarını, diğerlerine göre daha fazla kazandırdığı ancak fen konu alanında ise öğrenmenin istenilen düzeyde gerçekleşmediği belirtilmiştir.

Yukarıdaki kısımda özetle; öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili benimsedikleri kavramların incelenmesine yönelik yurt içerisinde yapılan çalışmalar analiz edilmiştir. Bu bağlamda uluslararası alanyazındaki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla tutarlı olacak şekilde ülkemizdeki öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip olmadıkları sonucuna varılmıştır.

2.2 Bilimin Doğasıyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmaların İncelenmesi

Ulusal alanyazında yer alan çalışmaların analizinden sonra aşağıda bilimin doğası hakkında yurtdışında yapılan çalışmalardan başlıcaları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Kimball'ın (1967-1968) çalışması, alanyazında fen bilimlerinin doğasıyla ilgili ilk önemli çalışmalardan birisidir ve fen bilimlerinin doğasından (The Nature of Science) bahsederek bunun alanyazında yer almasını sağlamıştır. Çalışmanın amacı ise bir fen ve felsefe bölümünü bitirerek üniversite mezunu olan kişilerden; öğretmen olanlar ile bilim insanı olan kişilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini karşılaştırmaktır. Bunun için

araştırmacı 29 maddeden oluşan, likert tipi ve "katılıyorum", "katılmıyorum" ve "kararsızım" şeklinde yanıtlanan bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçek üniversite öğrencileriyle yapılan uygulamalarla geliştirilmiş, geçerliliği ve güvenilirliği ölçülmüştür. Stanford Üniversitesi ve San Jose State Koleji'nden seçilen beş yıla göre fen ve felsefe bölümlerinden mezun olmuş 965 kişiye anket gönderilmiş, 712 kişiden yanıtlar gelmiştir. Bu kişiler öğretmen ya da bilim insanı olmalarına göre gruplara ayrılmış, diğer kişiler ise araştırmadan çıkartılmıştır. Her iki grup da testten beklenilen ya da umulandan daha düşük puan almıştır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin de bilim insanları kadar, bilimin doğası hakkında yeterli görüşlere sahip olduğu belirtilmiştir.

Bell (2004) tarafından Herron'un (1969) çalışması incelenmiştir. Fen eğitim müfredatlarının geliştirilmesinde bilimin doğasının anlaşılmasını kritik bir gereklilik olarak görülmüş ve bu amacı arayış çalışmasına da "Pandora'nın Kutusu" adını vermiştir. Bununla birlikte öğrencilerin bilimin doğası kavramlarından: amaçlı öğretim bir kenara bırakılırsa neye inandıklarından, okullarında yapılan tipik fen deneylerinin görüşlerine nasıl etki ettiğinden ve aldıkları eğitimin, mümkünse, görüşlerini değiştirip değiştirmediğinden bahsedilmiştir. Mitolojideki pandoranın kutusunun açılmasıyla bilimin doğası eğitimi arasında bir paralellik kurulmuştur. Herron'un açıkladığı gibi kutunun açılması mitolojideki gibi afetlere benzetilerek pek çok sorunun açığa çıkmasına neden olmuştur. Mitolojik öyküye göre tüm kötülükler dünyaya yayıldığında kutuda kalan tek şey, umuttur. Bu nedenle ne kadar kötü şey olursa olsun, geriye umut kalır. Otuz yılı aşkın süredir süren bilimin doğası eğitimi, öğretimi ve araştırmalarından sonra, Pandora'nın Kutusu'nu açıldığından beri toplumu rahatsız eden soruların cevapları benimsenmeye başlandığı ve her soru ve ilginin daima hoşnutluk vermediği belirtilmiştir. Bununla birlikte, bilimin doğası eğitiminin nasıl, ne, ne zaman ve neden gibi anlayışlarında önemli bir gelişme gösterildiği ve araştırmacının görevlerini tamamlamadan önce (eğer mümkün olabilirse) yapmaları gereken pek çok iş kaldığını ancak olumsuz bir bakış açısıyla da görülmemesi gerektiği belirtilmiştir. Çoğunluğun aksine Herron (1969) şu karara varmıştır: "Her ne kadar fen eğitiminde söylediklerimizle gerçekte yaptıklarımız arasında büyük bir uyumsuzluk olsa da, eğer sonlandırabilirsek, bence harcadığımız her çaba, değerli bir çalışmadır."

Bilimin doğası kavramının oluşumundan sonra, bu kavramın unsurları hakkında bireylerin görüşlerinin belirlenmesi ön plana çıkmıştır. Fleming (1988) kimya eğitimi alan üniversite öğrencilerinin fen, teknoloji ve toplum hakkındaki görüşlerini değerlendirmiştir. Katılımcılara VOSTS anketi uygulanmıştır. Ayrıca seçilen bazı öğrencilerle mülakatlar yürütülmüştür. Fleming çalışması sonucunda çok benzer bir şekilde üniversite öğrencilerinin lise öğrencileriyle aynı zayıf görüşlere sahip olduklarını belirtmiştir (Abd-El-Khalick, 2004).

Gilbert (1991) biyolojiye giriş dersine kayıtlı 687 üniversite öğrencisinin (%59'u birinci sınıf) bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek için 12 farklı durum kullanmıştır. Altı durum bilimsel bilgi ve araştırmaya yönelik olarak, VOSTS ve Nature of Scientific Knowledge (NSKS) anketlerinden yararlanılarak türetilmiştir. Kalan altı durum da benzer olarak bilimsel modeller ve bilimsel modellerin inşası ile ilgilidir. Katılımcılar bu on iki durumun her birine yöneltilmiş durumlara katılıp katılmadıklarını belirtip, cevaplarını destekleyen kısa açıklamalar yazmıştır. Bilimsel bilgi ve modeller dışında, her bir durumun 42-67 arasında değişen yanıtı vardır. Çalışma sonucunda katılımcıların %67'si bilimsel modellerin gerçek olmadığına inanırken, bilimsel bilgilerin doğanın birebir yansıması olduğuna inanmaktadır. Dahası, katılımcıların çoğunluğu: "kabul edilmiş bilimsel bilgi ve modeller hatadan muaf olmalı", "bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem vardır" ve "yaratıcılık ve sosyal çevrenin rolü bilimsel bilgi ve modellerin üretiminde terk edilir" gibi görüşlere de sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Abd-El-Khalick, 2004).

Moss, Abrams ve Robb (2001) tarafından öğretim yılının başında belirlenen kriterlere uyan 5 lise öğrencisinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini incelemek ve akademik dönem boyunca bu görüşlerin izini sürmek amaçlamıştır. Araştırma için bir bilimin doğası modeli geliştirilerek kullanılmış ve öğrencilerin bilimin doğası konusunda sahip oldukları kavramlar incelemiştir. Bu modelin bilimsel bilginin doğası hakkındaki 8 ilkeyi içerecek şekilde geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya katılacak öğrenciler fendeki başarılarına göre yüksek, orta ve düşük seviyelerden seçilmiştir. Akademik dönem boyunca öğrencilerin görüşlerinin tam olarak belirlenmesi için altı kez, yaklaşık 45 dakika süren yarı-yapılandırılmış mülakatlardan ve öğrencilerin sınıfta yaptıkları testlerden yararlanılmıştır. Mülakatlarda "Tüm bilim için genel olan bir tek amaç var mıdır?", "Bu amaca ulaşılabilir mi?", "Bilimi tanımlayabilir misiniz?", "Son

birkaç haftada hiç bilimsel bir faaliyet yaptınız mı?" ve "Bilimi insanlarının özellikleri nelerdir?" gibi çeşitli sorular öğrencilere sorulmuştur. Araştırmada öğrencilerin modelde yer alan prensiplerin yarısı ile tam olarak uyuşan kavramlara sahip oldukları ancak bir akademik dönem boyunca yapılan proje tabanlı ve yaparak-yaşayarak öğrenme etkinliklerini içeren fen kursunun sonunda, öğrencilerin bu kavramlarında olumlu bir değişmenin olmadığı belirtilmiştir.

Palmquist ve Finley (1997) tarafından yapılan çalışmanın amacı lisansüstü eğitim alan 15 fen öğretmen adayının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirleyerek, eğitimleri sırasında görüşlerinde meydana gelen değişikliği belirlemektir. Çalışmadan önce ve sonra öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri açık uçlu sorularla, görüşmelerle ve sınıf içi gözlemlerle tespit edilmiştir. Çalışmadan önce öğretmen adayları bilimsel teori, bilgi ve bilim insanının rolü hakkında çağdaş, bilimsel metot hakkındaki ise geleneksel görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir. Geleneksel, karışık ve çağdaş görüşlerin sayısı eşitken, çalışmadan sonra ise çağdaş görüş sayısı iki katına çıkmış, karışık görüşlerin sayısı ise yarıdan daha aza inmiştir. Kavramsal değişim ve işbirlikçi yaklaşımla verilen eğitimin, öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini pozitif olarak etkilediği belirtilmiştir.

Sadler ve meslektaşları (2004) tarafından biyoloji dersi alan ve yaşları 14 ile 17 arasında değişen 84 lise öğrencisinin, bilimin doğasını nasıl kavramsallaştırdığı ve çelişkili kanıtlarla birlikte bir sosyobilimsel sorunla ilgili nasıl yorum yapıp değerlendirdikleri araştırılmıştır. Çalışmada küresel ısınmayla ilgili birbiriyle çelişen raporlarla, araştırmaya uygun olan fikirleri ortaya çıkaracak çeşitli sorular kullanılmıştır. Bu çelişen raporlar özel olarak bu çalışma için araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Bu raporda öğrencilerin, hakkında bilgileri olmadığı fakat aslında uydurma olan bir küresel ısınmayla ilgili toplantıda bilim insanlarının ellerindeki verilere dayanarak; küresel ısınmanın bir problem olup olmadığını konusunda ikiye ayrıldıklarını anlatmaktadır. Öğrencilere bu rapor okutulduktan sonra, ilgili olan bilimin doğasına ilişkin unsurları (bilimsel bilginin deneysel, kesin olmayan ve sosyal içeriği) nasıl kavramsallaştırdığını ortaya çıkartarak açık uçlu sorulara yanıtlarını yazarak vermesi istenmiştir. Veriler nitel araştırma yöntemi kullanılarak yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre araştırmacılar; öğrencilerin çelişen bulgularla ilgili olaya nasıl tepki verdiyse, kısmen de olsa bilimin doğası hakkındaki

görüşlerinin de bununla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular öğrencilerin kişisel kararlarını vermede katkısı olduğu için, bilimin doğası anlayışının önemini ortaya koyduğu belirtilmiştir.

Abd-El-Khalick ve meslektaşları (1998) tarafından 14 öğretmen adayının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirmeyi ve bunu nasıl planlayıp, kendi öğrencilerine nasıl öğrettiklerini araştırılmıştır. Öğretmen adaylarına çalışma boyunca doğrudan etkinlik tabanlı yaklaşım kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının bilimin unsurlarını kazandıkları ancak öğretmenlik görevine başladıklarında çalışmalarına bunu yansıtamadıkları görülmüştür. Bilimin doğasına ilişkin unsurlarını kazanmak, bu kazanımları öğretmek için gereklidir ancak öğretmen adaylarının sınıf çalışmalarına doğrudan bir yansıması yoktur. Bu nedenle, öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını geliştirmekle onun öğrencilere nasıl öğretilebileceği öğrenmelerini birbirinden ayırt etmesini sağlayan geçici bir yaklaşım tavsiye edilmiştir.

Abd-El-Khalick (2004) tarafından farklı bölümlerden olan 153 üniversite öğrencileri ile mezun olmuş öğrencilerin bilim ve bilimsel bilgi hakkındaki görüşlerini detaylı ve geniş bir biçimde ortaya koymak amaçlamıştır. K-12 öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini araştıran çok fazla çalışma olmasına rağmen, üniversite öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini araştıran birkaç çalışma olduğu belirtilmiştir (Bezzi, 1998; Fleming, 1988; Gilbert, 1991; Ryder, Leach, ve Driver, 1999). Katılımcılara Views of Nature of science Questionnaire-Form C açık uçlu sorulardan oluşan anket, rastgele seçilen 38 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış mülakatlar uygulanarak desteklenmiştir. VNOS-C'nin kullanılmasının nedeni; mülakatlarda elde edilen verilerle birebir uymasının yanında, katılımcıların bilimin doğasına ilişkin profillerini kesin olarak benimsemesi ve bu profillere uygun benimsenmiş düşünceleri de çok iyi bir şekilde ortaya koymasından dolayı olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda katılımcıların bilimin doğası hakkındaki çoğu zayıf ya da yanlış olan görüşleri şu başlıklarda toplanmıştır; (a) bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, çıkarımsal, teori-yüklü doğası ve yaratıcılık ve hayal gücü; (b) kabul edilmiş bilimsel teorilerin doğası, araştırmadaki yeni fikirlerdeki rolü, bir teorinin değişmesinde sosyal ve kültürler faktörler (c) bilimsel deneylerin genel yapısı, önceki beklentilerin deneyleri tasarlamadaki rolü (d) bilimsel disiplinlere dayanan gözlemin geçerliliği konusundadır. Ayrıca çoğunluğu teoriler ve kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu ve her bir

adımı belli olan bir bilimsel metodun kullanıldığını belirtmişlerdir. Son olarak önceden yapılan çalışmalara uygun olarak katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşleri cinsiyetleriyle, branşlarıyla ve fen ders saatleriyle ilişkili olmadığı bulunmuştur.

Nott ve Wellington (1998) stajyer ya da deneyimli öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek için bir program geliştirilmiştir. Bu program şu 3 ana bölümden oluşmaktadır: öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerine bir profil sağlayan belirleyici etkinlik, bir sınıf ortamında katılımcıların bilimin doğası ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkaran kritik örnek olaylar dizisi ve katılımcıların öğretmenliklerinde kullanabilecekleri pratik yaklaşım örneklemleridir. Çalışmaya 300'ün üzerinde öğretmen ve onlarla birlikte çalışan öğretmen adayları katılmışlardır. Öğretmen adaylarının bilimle ilgili verilen yirmi dört ifadeyi iyice okumalarını ve derinlemesine düşünmelerini gerektiren profil belirleyici etkinlik, (en az 40 dakika) öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmaya ve cevaplarına göre puanlama yapılarak profillerini oluşturmayı sağlamaktadır. Çalışmada A'dan N'ye kadar isimlendirilen on üç kritik olaylar dizisinde ise her bir küçük tartışma gruplarına bu olaylar verilerek, olay üzerinde çalışması, onu başkalarıyla paylaşması ve ayrıca bütün gruptan cevapları vermesi ve de bu cevapların yapılan rehberlikle bağlantılı olarak tartışılması istenmiştir. Gruplar, olayları tartışırlar; tartışmayı yürüten kişi, onların katılımını ve bir dizi örnek olay hakkındaki tartışmalarını ya da verilen görevlerine devam etmeleri için onları yönlendirir. Çalışmadan alınan bir kritik olay aşağıdaki gibi verilmektedir:

OLAY D: Çocuklar bir araştırma yapmaktadırlar. Tahminlerini yapmışlardır ve şu an uygulama çalışmalarına başlamışlardır. Bazı öğrencilerin sonuçları, tahminleriyle çelişmektedir. Bu öğrenciler en başa dönüp tahminlerinin üzerini çizip yeni tahminlerde bulunmuşlardır.
Bu noktada söylenebilinecekleri ve yapılabilinecekleri sıralayınız.
Cevaplar. Öğretmen;

- Öğrencilerin, sonuçlarıyla tahminlerinin niye çeliştiğini açıklama
- Kayıtlarındaki bütünlüğü sürdürmeleri gerektiğini açıklama
- Öğretmenin, orijinal verilere göre öğrencilerden tahminlerini isteme gibi davranışlarda bulunur.

Olay D ile alakalı NOS anlayışı: Öğretmen; bilimin, bütünlük gibi ciddi yansıma ve değerlerden oluşan bir etkinlik olduğunu göstermelidir. Çelişkileri açıklamak ve fikirlerini ve teorilerini değiştirmek ise bilim adamının işidir.

Son olarak öğretmenlere okullarda bilimin doğasını öğretmek için kullanabilecekleri pratik yaklaşımlar örneklerle açıklanmıştır. Çalışmada öğretmenlerin

bilimin doğası hakkında "yetersiz" fikirlere ve kendi öğretmenlerinin akademik ve profesyonel geçmişlerinde belirledikleri bilimin doğası fikrine sahip oldukları belirtilmiştir. Kurs verileri çalışmanın, hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitim programlarında çok iyi karşıladığını göstermektedir. Öğretmenlerin, bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını profesyonel eğitim uygulamalarına yerleştirdiklerinde, bunun öğretmen eğitimi ve bilimin doğası alanındaki profesyonel gelişim için önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ryan ve Aikenhead (1992a) tarafından yapılan çalışmanın birinci kısmında bilim-teknoloji-toplum konularını geniş bir alanda denetleyen yeni bir ölçeğin gelişimini, ikinci kısımda ise bilim epistemolojisi ile ilgili olarak birkaç önemli konuyla lise öğrencilerinin görüşlerinin nasıl açığa çıkarıldığı açıklanmaktadır. Bilim-teknoloji-toplum konularını geniş ölçüde içeren, beş adıma ayrılarak oluşturulan ve 114 çoktan seçmeli sorudan oluşan (Views on Science-Technology-Society, VOSTS) anketin maddelerini Kanada'da farklı sosyo-ekonomik düzeylerdeki bölgelerde okuyan 11.000 lise öğrencisine Bilim-Teknoloji-Toplum konularını içeren başlıklarla ilgili yazdırdıkları paragrafları, yaptıkları yarı yapılandırılmış görüşmeleri 6 yıl boyunca inceleyerek hazırlanmıştır. Bilim-Teknoloji-toplum anketinin maddeleri BTT konusunu bilen öğrencilerle bilmeyenlerin farkını çok hassas ayırt ettiği belirtilmektedir. Bu anket üniversite öğrencilerine (Fleming, 1988) ve öğretmenlere (Zoller ve meslektaşları, 1991) başarılı bir şekilde uygulanmış ancak daha genç bireyler için, örneğin 14 yaş, geliştirilmesi gerektiği (Crelinsten ve meslektaşları, 1991) belirtilmiştir. Fen öğretmenleri için çok farklı kökenli gruplardan oluşan sınıflarda BTT konularını tartışmak için uygun görülmüştür. Ancak bu değerlendirmenin öğretmenler tarafından zaman alacağı da belirtilmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında ise (1992-b) öğrencilerin yanıtları beş oluşum basamaklarına bağlı, bilim epistemolojisiyle ilişkili olarak açıklanmıştır. Bilimin ne olduğu hakkında Kanadalı öğrencilerin %28'i çevremizdeki dünyayı açıklayan kanunlardan, teorilerden oluşan bir bilgi bütünüdür yanıtını vermiştir. Ayrıca öğrenciler bilimi, teknoloji ile karıştırmaktadırlar. Bu karışıklık bugün de Kuzey Amerika'da kullanılan fen kitabındaki, bir kuzey Amerikan miti: "teknoloji bilimin uygulanmasıdır" tarafından ekilmiş ve beslenmiştir (Collingridge, 1989; Fleming, 1987, 1989; Snow, 1987). Öğrencilerin %29'u teknolojiyi bilimin uygulanışı olarak tanımlamıştır. Öğrencilerin %34'ü bilimsel teorilerin bilim insanları tarafından

keşfedildiğini, % 17'si icat edildiğini, %40'ı ise ya yanlışlıkla tesadüfî olarak keşfedildiğini ya da bildikleri gerçeklerden icat ettiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin %26'sı bilimde sosyal değerler konusunda kadın ya da erkek bilim insanı olmanın bir fark yaratmayacağını çünkü bir bilim insanının yaptığı keşfi diğerinin de er ya da geç yapacağını, %36'sı ise keşiflerde herhangi bir farklılığın bireysel farklılıktan dolayı ortaya çıktığını ancak bayan ya da erkek olmak gibi bir farklılıkla ilgisi olmadığını belirtmiştir. Öğrenciler bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olduğunu (%19), hemen hemen kopyası olduğunu (%37), gerçeğin bir kopyası olmadığını (%34) düşünmektedirler. Öğrencilerin bilimsel bilginin değişime maruz olduğunu, insan yaratıcılığı ve hayalciliğini içerdiğini anlayamadıklarını ortaya koymuştur.

Lederman ve meslektaşları (2002) tarafından bilimin doğasına ilişkin görüşleri ölçmek üzere tasarlanan ve sonra yeniden düzenlenen VNOS anketi oluşturulmuştur. Anket açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Bu ölçeğin hazırlanmış olan son formu VNOS-C, on sorudan oluşmaktadır. Ölçme aracına ve elde edilen mülakat sonuçlarına göre katılımcıların bilimin doğası profili belirlenebilmektedir. Bu anket ilkokul öğretmen adaylarına (Abd-El-Khalick, 2001), orta öğretim öğretmen adaylarına ve öğretmelerine (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Lederman vd., 2001; Schwartz vd., 2000) ve ülkemizde ise Türkçe'ye adapte edilerek (Küçük, 2006; Ayvacı, 2007) birçok çalışmada uygulanmıştır. Abd-El- Khalick (1998; 2001) bağımsız gruplarda mülakat verileriyle birlikte bilimin doğasıyla ilgili diğer anketleri de analiz ederek, katılımcıların bilimin doğası profillerini inceleyerek karşılaştırmış ve VNOS-C anketinin geçerli bir ölçme aracı olduğu sonucuna varmıştır.

Lederman (1999) tarafından yapılan çoklu örnek olay çalışmasında, deneyimleri 2 ile 15 yıl arasında değişen 5 biyoloji öğretmeninin bilimin doğası hakkındaki görüşleriyle, bu görüşlerini sınıf içi etkinliklere nasıl yansıttıkları incelenmiştir. Bir akademik yıl boyunca öğrencilerle görüşmeler, açık uçlu anketler, mülakatlar ve gözlemlerle veri toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda; öğretmenlerin bilimin doğası hakkında sahip olduğu unsurların sınıf içi etkinliklere etki ettiği ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda öğretmenlerin sahip olduğu deneyimlerinin seviyeleri, amaçları ve öğrencileri anlama şekillerinin de etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca öğretmenlerin sınıflarında bilimin doğasını açıkça öğretmelerinin beklendiği vurgulanmıştır.

Araştırmacılar öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkındaki görüşlerini belirleyen çalışmalardan sonra, bu görüşlerini gelişmek üzerine çeşitli çalışmalarda bulunmuşlardır. Araştırmacılar bilimin doğasıyla ilgili öğretim yaklaşımlarından yararlanarak örnek bir ders, kurs ya da model geliştirmiştir. Kipnis (1998) tarafından " eski" bilimden seçilen (genellikle bu 17. ve 19. yüzyıllardaki bilimsel fikirler anlamına gelmektedir) olayların tarihsel yaklaşım kullanılarak öğrencilerin bilimin doğası ve bilim hakkındaki düşünceleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada öğrencilere uygulamak için "Işık düz bir çizgide gider mi?" adlı bir uygulama strateji örneği sunulmuştur. Ayrıca sunulan araştırma planına uygun olarak elektrik ve biyoelektrik, optik ve vizyon, akustik ve duyma, dalga ve titreşim gibi konular üzerinde test edildiği ve bu programın mezunları bu stratejiyi mekanik, kimya, biyoloji, astronomi ve araba tamiratı gibi konulara uyguladıkları belirtilmektedir. Çalışmanın başlangıç bölümünde "Özgeçmiş, İlk gözlem ve deneyler, Bir problem ortaya koyma, Değişkenleri belirleme, Yöntem belirleme" kısımları yer alırken; ana bölümde "Değişken 1, İlk deneyler, Hipotez, Test, Sonuç, Değişken 2, İlk deneyler, Hipotez, Test, Sonuç, Ek değişkenler" ve "Genel Sonuçların Formüle Edilmesi" gibi kısımlardan oluşmaktadır. Çalışmada değişken 1 ve değişken 2 ile önceden deneyde hangi kavramların sabit tutulup, hangilerinin değişken olacağı belirlenmiştir. Bir hipotezi oluşturmak için pek çok deney yapılması gerekebilir. Bir hipotez geliştirmek için 2 deneyin bile yeterli olmadığı, eğer hipotez yanlış olduğu belirlenirse, fazladan deneyler yapılmasının engellenmesi amaçlanmıştır. Bunun nedeni uygulama sırasında tüm çalışmanın fazla zaman almasını engellemektir. Çalışmada öğrenciler deneyleri tasarlar, uygulamayı yapan öğretmen öğrencileri açık uçlu sorularla yönlendirerek her basamakta önemi vurgulamalıdır. Daima bir tartışma ortamı içerisinde, bilimin doğasına ait unsurlar vurgulanarak bilimsel içerik de aktarılmaya çalışılır. Bilimin doğasına ait bilimsel bilginin kesin olmayan doğası, bilim insanlarının da çalışmaları esnasında hatalar yapabileceği, bilim insanları aynı çalışmaları yapsalar dahi birinin yanlış değişkeni seçmesiyle sonuca ulaşamaması gibi unsurlar vurgulanmaktadır. Çalışmanın sonucunda bu stratejilerin korkmadan kendini ifade ettikleri bir sınıf ortamındaki, özellikle bir konuyu öğretmeniyle tartışmaktan motive olan öğrencilerle yapılması; ayrıca bu stratejileri uygulamaları için öğretmenlere güç ve zor olarak görülen bir eğitimin verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ancak bu sağlandıktan sonra yararın büyük

olacağı hatta hayatta, bilimin herhangi konusu ya da bilim dışında olan konularda da kullanılması tavsiye edilmiştir.

Sullenger ve Tunger (1998) öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirmek için bir bilim tarihçisi ve bir bilim eğitmeni tarafından öğretilen bir kurs tasarlamışlardır. Bu kurs; öğretmenler ile tanıtılan ve ortaya çıkarılan fikirlerin okunması; konferanslar, konuklar ve görevler yoluyla tartışıldığı değişik seminerleri içerir. Kurs; aday öğretmenleri tanımaya, onların bugünkü fen ve fenin öğretimi hakkında açık olarak konuşmaya, tartışmalarla yeni bakış açıları kazandırmaya, fen öğretmeye doğru ilerleten, geleneksel alıştırmaları sorgulayan ve diğer öğretmenlerin örneklerini paylaştırmaya yardım etmeyi hedeflemektedir. Kurs 30 katılımcıyla sınırlanmıştır. Öğretmen adayları bilim tarihi ile ilgili yeterli bilgilere sahip olmadıklarından, kursun ilk yarısı alternatif bakış açıları oluşturmaya, sorular ve açıklamalarla araştıran, tatlılıkla ikna edici konuşmalar tasarlamaya ayrılmıştır. Katılımcılara sahip oldukları bilim hakkındaki görüşlerini eleştirel incelemeye cesaretlendirme, konuşmayı ve diğerlerini dinlemeyi öğretmede yardım edilmiştir. Bir sonraki bölümde, birkaç hafta gibi periyotlarda beş konferansın bölümlerini sunulmuştur. Bu konferansların tümü (a) bilginin bedeni, (b) doğa hakkında bilgi edinmek ve bilgi hakkında ortak kararlar almak için farz edilen bir metot, (c) insan topluluğunun ve sosyal değerlerin bir gözden geçirmesi, (d) teknoloji ve (e) "Batı Metafiziği" gibi genel bir başlıkta toplanmıştır. Bu başlıklar altındaki okumalar bilim tarihinden örneklerle gerçekleştirildikten sonra, diğer konferanstan önce haftalık sorular sorulmuştur. Haftalık soruların içerdikleri örnekler: "Bilim 'doğal olmayan' bilgi midir ve eğer öyleyse eğitim için anlamları nelerdir?", "Bilim sosyal konular ve sosyal meraklar tarafından yönlendirme olarak gerçek midir?", "Okullarımızda bilimi korumanın bir yolu olan teknoloji ve toplum, müfredat programı bir bilim midir?", "Bilim yaratılır mı, keşfedilir mi?", "Doğal olayları anlamada bilimin yardımı nedir?". Üçüncü bölümde bilimi öğrenme ve öğretme hakkındaki inançlara etki eden bilim ve bilim doğası üzerine nasıl inanıldığı hesaba katılmıştır. Bu bölümdeki haftalık sorulara bazı örnekler ise: "Bilimsel uygulamadan kadınların dışlamasından sorumlu olan bilim midir veya bilim insanları mıdır?", "Bilim veya bilim sınıfları nereye uzanır – cinsiyet veya kültürel önyargı-?", "Eğer bilim teori, teknoloji uygulama ise, okullarda teoriye karşı uygulamada öğretmenin rolü nedir?". Kursun değerlendirilmesinde resmi sınavlar

yoktur ancak katılımcı anlayışlarının türlerine göre sınıflandırılmışlardır. Tamamlanan gözden geçirme günlüğü kurs sınıflandırmasının %20'sini, araştırma kâğıdı kurs sınıflandırmasının %30'unu, beş konferansta ortaya koydukları görüş %20'sini oluşturur. Durum kâğıtları ise kursun son görevidir. Katılımcılara kurs hakkındaki görüşlerini belirtmek için 34 kişiye anket uygulandığında, 14'ü cevaplamış ve kurs hakkında düş kırıklığına uğradıklarını belirtmişlerdir.

Lin ve Chen'in (2002) yaptığı yarı-deneysel araştırmada, bilim tarihine dayanarak kimyayı nasıl öğrenecekleri anlatılan deney grubunun bilimin doğası hakkındaki görüşlerini kontrol grubu ile karşılaştırmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi yapılan görüşmelerde bilim doğasına ilişkin açıklamalarının sezgilere dayandığı sonucu ortaya çıkmıştır. Uygulama sonrasında deney grubunun yaratıcılık, bilimsel gözlemlerin teori yüklü olduğu ve teorilerin özellikleri hakkında kontrol grubundan daha iyi anlayış geliştirdikleri belirlenmiştir. Ayrıca deney grubunun inanışlarını bilim insanlarının tartışma ve hipotezlerini kullanarak açıklayabildikleri sonucuna varılmış ve bu da deneysel grubun bilim doğasını anlamalarının bilim tarihi öğrenme ile artırılabileceğini göstermiştir.

Carey ve meslektaşları (1989) tarafından 7. sınıf öğrencisi olan 76 öğrencinin bilimin doğası öğretimi dersinin, bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkındaki görüşlerine etkisi incelenmiştir. Dersin öğretiminden önce ve sonra rastgele seçilen 27 öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır. Bilimin doğası öğretimi dersi fen öğretmenleri tarafından verilmiştir. Çalışmada bilimin doğasını öğretmek için doğrudan-yansıtıcı yaklaşım kullanılmıştır. Derste öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin unsurların kazanması için örneğin kara kutu etkinliklerinde hipotez kurmaları, kurdukları hipotezleri test etmeleri ve bilimin insanlarının nasıl çalıştıklarını kavramaları amaçlanmıştır. Carey ve meslektaşları 3 hafta süren çalışma boyunca öğrencilerin kazanımlarını inceleyerek, bilimin doğasına ilişkin unsurların öğretiminde doğudan yansıtıcı yaklaşımın kullanılmasının öğrencilerinin görüşlerini büyük ölçüde değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Mccomas (1998a) fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmek için fen bilimlerinin fizyolojisi, sosyolojisi, tarihi ve felsefesi üzerine çalışmaları ve yorumları içeren yoğun bir programa dayalı olan üç kredilik bir ders tasarlamıştır. Dersin içeriği fen bilgisi dersi öğretiminde hem kolay bulunabilen

hem de yararlı belli başlı konulardır: büyük fen filozoflarının seçme eserlerine dayanarak hazırlanmış tartışmalar, fen eğitimi ve bilimleri üzerine sosyal çalışmalar arasındaki ilişki üzerine yorumlamalardır. Sekiz bölümden oluşan üniteler, başlıkları, tanımları ve okuma parçalarını içermektedir. Bunlar: fen bilimleri üzerine sosyal çalışmalara giriş; teoriler ve kanunlar: ürünler ve bilim araçları; mantık ve bilimin metotları; tümevarımcılık-deneycilik-varsayımcılık-tümdengelimcilik ve bilimde yaratıcılığın rolü; bilim ve metotlarının görünümü; gerçek görüşler ve bilimde gözlemlemenin rolü; bilimde ve sınıfta kavramsal değişmeler; bilimsel yapı, bilimsel eğitim olarak verilmiştir. Öğrenciler ünitelerdeki konulara göre okumak ve tartışmak için tartışma grupları oluşturup yazarların fikirlerini birlikte değerlendirirler. Öğretmen ise küçük grup tartışmalarında kolaylaştırıcı olarak hareket eder, zor konularda ise kısa dersler verir. Ayrıca sınıfın zamanı uygun ise video gösterilerine, küçük grup aktiviteleri, siyah kutu keşifleri gibi (kanunların, teorilerin ve mantığın tartışmasına bağlı olarak) etkinliklere yer verilebilir. Genel olarak her sekiz konu iki haftalık periyotta altı ders saatini kapsayarak tartışılmıştır. Öğrenciler, teorik-kanuni mukayese kağıdı, teori-kanun başvuru kağıdı, önemli fikirlerin yazılı görüşleri dosyası ve final sınavını içeren çok çeşitli bir proje ile değerlendirilmişlerdir. Dört dönem boyunca 87 üniversite öğrencisiyle yapılan çalışma sonucunda, üniversite öğrencileri için bilimin doğasını anlamada etkili olsa bile, bu bilgi uygun müfredat şekilleri ve eğitimcilerin kişisel yetenekleri aracılığıyla sınıflara uygun şekle getirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Abd-El- Khalick (2001) tarafından bir dönemlik fizik kursuna kaydolan 30 ilköğretim öğretmen adayı ile bilimin doğasını tanıtmak ve bilimin doğasını tanıttıktan sonra fizik konularından bağımlı ve bağımsız olarak karışık bir öğretim yaklaşımı kullanılarak bilimin doğasına ait altı unsur kazandırılmaya çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri kurstan önce ve sonra açık uçlu sorulardan oluşan sekiz maddelik bir anket ile ölçülmüştür. Bu anketin bir maddesi atomun yapısıyla, diğeri ise dinozorların yok oluşuyla ilgili olan iki özel içeriğe sahiptir. Kursun ilk beş saatinde kavramsal anlamayı amaçlayan fizik kursu araştırmacı tarafından, maddenin atomik yapısı, katıların, sıvıların, gazların ve plazmanın fiziksel özellikleri, ısı, sıcaklık ve ısı transferi ve temel termodinamik konuları üzerine kursun beş adet sosyal bilimin doğası etkinliği uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından, bilimin doğasının unsurları ile kursun diğer bölümlerinde bir dizi fen konu alanı bağlamıyla

uygulamalarını tanıtmaları arasında ilişki kurmaları istenmiştir. Aynı zamanda bilimin doğasına ilişkin unsurlarıyla bilimsel kavramların gelişimi arasındaki ilişkiyi vurgulamak amacıyla bilim tarihinden örnekler verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda; katılımcıların % 20'sinden azı başlangıçta bilimin doğasının tüm unsurları hakkında yeterli görüşlere sahipken, öğretimden sonra, % 43'ünün çıkarıma dayalı doğası, % 53'ünün kesin olmayan doğası, % 60'ının teori ve yasaların farklı bilgi türleri olduğunu, % 67'sinin ise yaratıcı ve hayalci doğası hakkında daha yeterli görüşler kazandıkları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar doğrudan-yansıtıcı yaklaşımla, bilimin doğası öğretiminin büyük ölçüde başarılı olduğunu ileri sürmüştür.

Akerson ve meslektaşları (2000) tarafından doğrudan, etkinlik-tabanlı yaklaşımın, 50 kişilik bir ilkokul fen yöntem kursuna kaydolan, lisans ve lisansüstü ilkokul öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavramları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kursun ilk bölümü 25 lisans öğrencisini, diğer bölüm ise 25 lisansüstü öğrencisini kapsamıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri Bilimin Doğası Anketi (Nature of Science Survey) ile belirlenmiş ve bu anket soruları yapılan mülakatlarla desteklenmiştir. İlk araştırmacı, yapı ve gereksinim yönünden benzer ders olan ilkokul fen yöntem kursunu her iki grup için okutmuştur. Kursta uygulanan on etkinlik Lederman ve Abd-El-Khalick'in (1998) çalışmasından alınmıştır. İki etkinlik bilimsel teori ve yasaların özelliklerini, diğer iki etkinlik (Hileli İzler, Resimdeki Delik) gözlem ve çıkarım arasındaki farkı, bilimsel bilginin yaratıcı doğası gibi bilimin doğasına ilişkin unsurlarını içermektedir. Diğer dört etkinlik (Yaşlanan Başkan, Yaşamın Parçası, Genç mi? Yaşlı mı?) bilimin sosyal ve kültürel içeriğini ve son olarak iki kara kutu etkinliği ise (Tüp, Küpler) bilimin doğası anlayışını vurgulamak için seçilmiştir. Her bir etkinlik amaçlı olarak elde edilmeye çalışılan bilimin doğasına ilişkin unsurlara ulaşmak için, bir tartışma ile başlatılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, hem lisans hem de lisansüstü öğrencileri, bilimin doğasının amaçlanan unsurlarından bazıları hakkındaki görüşlerinde önemli kazançlar elde etmiştir. Fakat araştırmacılar farklı bilimin doğasına ilişkin unsurları arasındaki değişimin tutarlı olmadığını not etmiştir. Bilimin doğasının öznel, sosyal ve kültürel doğası için çok az sağlam kazanç elde edilmiştir. Bu çalışmada araştırmacıların vardığı sonuç; "doğrudan birleştirilmiş (etkinlik-tabanlı) bilimin doğası öğretim yaklaşımının bir fen yöntem kursu içinde, katılımcı öğretmen adaylarının

bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerinde etkili artışlara yol açmıştır" olarak belirtilmiştir.

Araştırmacıların bir kısmı ise bireylerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirecek özel etkinlikler tasarlamışlardır. Bu etkinlikler bir konu alanı ile bütünleşmiş ya da bütünleşmemiş olarak hazırlanmıştır. Khisfe ve Lederman (2007) tarafından farklı disiplinler karşısında öğrencilerin ve öğretmenlerinin, bir konu ile bütünleştirilmiş ve bütünleştirilmemiş olarak doğrudan yaklaşımla bilimin doğası hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Çalışma üç öğretmen ve onların öğrencisi olan altı sınıf -9. sınıf öğrencisi 89 kişi ve 10. ve 11. Sınıf öğrencisi 40 kişi- ile gerçekleştirilmiştir. Aynı sınıf seviyesinde olan tüm öğrencilere fen konusu ve bilimin doğası ile ilgili olan bir ünite 5-6 hafta öğretilmiştir. Tek farklılık ise bilimin doğası (bütünleştirilmiş ve bütünleştirilmemiş) eğitimindedir. Bütünleştirilmiş gruplarda konuların, örneğin atom modelleri öğretiminden sonra bilimin doğasının ilgili unsurları hakkında bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ancak öğretmenler konunun hangi bilimin doğası unsuru ile ilişkili olduğu kasti olarak belirtmemişlerdir. Bütünleştirilmemiş gruplarda ise örneğin Lederman ve Abd-El-Khalick'in (1998) çalışmasında yer alan "Gerçek Fosil" gibi bir konu alanından bağımsız olan etkinlikler yapılmıştır. Çalışmada bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ön ve son test ile ölçmek için açık uçlu beş sorudan oluşan VNOS anketinden yararlanılmış ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla elde edilen bulgularla desteklenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgularda her iki yaklaşımın da öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirdiği belirtilmiştir. En fazla gelişme ise bütünleştirilmiş öğretim alan gruplarda bilimin doğasının deneysel, subjektif ve yaratıcı doğası hakkında olmuştur. Bu bulguların alanyazındaki çalışma sonuçlarını (Abd-El-Khalick, 2001; Bell, Lederman ve Abd-El-Khalick, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) desteklediği belirtilmiştir.

Seung, Bryan ve Butler (2009) tarafından üç farklı yaklaşımla hazırlanan dört etkinliğin, fen metotları kursuna kayıtlı olan 10 fen bilgisi öğretmen adayının bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisi, eylem araştırması çerçevesinde incelenmiştir. Öğretmen adaylarının bir kısmı lisans, bir kısmı ise yüksek lisans eğitimini almaktadır. Üç yaklaşım ise: doğrudan, bağlam temelli değil; doğrudan, bağlam temelli; doğrudan, örnek olaya dayalı olarak belirtilmiştir. Doğrudan-bağlam temelli olmayan yaklaşımda

Lederman and Abd-El-Khalick'in (1998) çalışmasında yer alan "Küpler" adlı etkinlik yapılmıştır. Doğrudan, bağlam temelli yaklaşımın doğrudan-bağlam temelli olmayan yaklaşıma göre bir içerikle ilişkilidir. Burada konu olarak fizikten bir sarkacın periyot ve frekans kavramları ile periyoduna etki eden faktörler olarak belirlenmiştir. Doğrudan, örnek olaya dayalı yaklaşımda ise ilgi çeken ve motivasyonu arttıran, bilim tarihinden yararlanarak iki etkinlik oluşturulmuştur. İlk etkinlik verilen bir tarihi olayı okuyup tartışmak, ikinci etkinlik ise bir tarihi olayı grup olarak geliştirmektir. Araştırmadan önce ve sonra açık uçlu sorulardan oluşan anketle ve derinleştirilmiş mülakatlarla veriler toplanmıştır. Araştırma boyunca öğrenci yazıları ve kaydedilen grup tartışmaları takip edilmiştir. Araştırma sonucunda bilimin doğasına ait olan önemli unsurların öğretiminde tüm yaklaşımların öğretmen adaylarının görüşlerini geliştirmede katkıda bulunduğu belirtilmektedir. "Küpler" adlı etkinlikle "Sarkaç Dersi", bilimin doğasını öğretmede en etkili olduğu belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının yapmaktan zevk aldıkları etkinliğin ise "Küpler" olduğu, nedeninin ise fenle ilgili ön bilgilere sahip olmalarını gerektirmediği olarak belirlenmiştir. Böylece doğrudan yaklaşımın en etkili olduğu ancak, bir fen konu bağlamından ayrı olmasıyla, fen konuları ile bilimin doğası hakkındaki unsurları arasında bağlantı kurulamaması sınırlılıklarından biri olarak gösterilmiştir.

Khisfe ve Abd-El-Khalick (2002) tarafından yapılan çalışmada doğrudan yansıtıcı ve dolaylı yaklaşımla öğretimin 62 altıncı sınıf öğrencisinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, hayalci, yaratıcı ve çıkarıma dayalı doğası üzerinde durulmuştur. Öğrenciler iki gruba ayrılarak dolaylı ve doğrudan öğretim yöntemleri fen konularına bağlı etkinliklerle işlenmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri altı maddelik açık uçlu bir test ile belirlenmiştir. Çalışmadan önce yapılan ön testte her iki grubun da bilimin doğası hakkındaki görüşleri zayıf olarak tespit edilmiştir. Ancak iki ay süren çalışmanın sonucunda son testte dolaylı yaklaşımla yapılan öğretime katılan öğrencilerin görüşlerinde bir değişme olmazken, doğrudan yaklaşımla yapılan öğretime katılan öğrencilerin %52'sinin bilimin doğası hakkında yeterli görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. Böylece bilimin doğasının doğrudan yaklaşımla öğretimin, dolaylı yaklaşımla öğretime göre daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

Lee (2007) tarafından bilimsel keşif çalışmasında ve bilimin doğasının öğretilmesinde alışılagelmiş stratejilere alternatif olarak, Hong Kong'da bilimsel metotlar modülünü alan Eğitim Bilimleri Enstitüsü öğrencisi olan öğretmen adaylarıyla, pratik problem çözümleri şeklinde olan dört etkinlik (Blu-Tack, Kola şişesi, Gizemli şişe, Sihirli yokuş) oluşturulmuştur. Tarihsel yaklaşımdan farklı olarak bu aktiviteler günlük hayat deneyimlerinde karşılarına çıkan problemi çözmelerini sağladığı ve öğretmenlerin bilimin unsurlarını öğretmede göze aldıkları pek çok yöntemden daha kolay olduğu belirtilmektedir. Her biri farklı seviyelere göre hazırlanan etkinlikler bir problem tanımlanarak başlanmakta ve bu problemin araştırma sürecinde bilimin doğasının bazı unsurları açık uçlu sorular sorularak vurgu yapılmaktadır. Problem çözme etkinlikleri sırasında, bilim hakkında ön bilgileri eksik olan öğrenciler, öğretmen rehberliğine fazlaca ihtiyaç duyabileceklerdir. Bunun dışında ise problem çözme aktivitelerinin bilimin doğası öğretimini geliştirdiği belirtilmiştir.

Lederman ve Abd-El-Khalick (1998) tarafından yapılan çalışmada başarılı bir şekilde öğrencilere ve fen öğretmenlerine uygulandığı belirtilen ve bilimin doğasının kritik unsurlarını kazandırmak için doğrudan öğretici yaklaşımın kullanıldığı etkinlikler hazırlanmıştır. Etkinliklerin, hangi öğretim basamağındaki öğrencilere uygun olduğu başlangıcında belirtilmiş ve istenirse farklı düzeydeki öğrencilere göre de düzenlenebileceği açıklanmıştır. Etkinlikler öğretim senaryoları şeklinde hazırlanmış ve her basamakta yapılması gerekenler, öğrenciden beklenenler açıklanmıştır. Etkinliklerde öğretmen tarafından bir soru sorularak ya da bir gösteri yapılarak tartışmalar başlatılmaktadır. Öğrencilerin kavramlar üzerinde tartışarak belirli bilimin doğasına ilişkin unsurlar üzerine odaklanması sağlanmıştır. Etkinlikler bilimin doğasının önemli yönlerine göre üç grupta toplanmıştır: araştırmaya karşı müdahale, yaratıcılık ve esneklik, nesnellik ve bilimde sosyal ve kültürel içerik ve kara-kutu etkinliklerini içerir. Birinci bölümde öğrencilere gözlem ve çıkarım arasındaki önemli farkı kavramaları ve bilimsel bilginin esnekliği ve bilimde yaratıcılığın rolünü anlamaları amacıyla: "Hileli izler", "Resimdeki delik", "Gerçek fosil, gerçek bilim" adlı etkinlikler sunulmuştur. İkinci bölümdeki subjektiklik ile sosyal ve kültürel özellikleri içeren: "Yaşamın parçası", "Genç mi? Yaşlı mı?" ve "Yaşlanan başkan" adlı etkinliklerdir. Üçüncü bölümde ise kara kutu aktiviteleri adı altında hazırlanan etkinliklerde (Hipotez kutusu, Tüp/İnce boru, Kaplar, Su yapma makinesi, Küpler) ise gözlem ve çıkarım arasındaki

farkı, bilimsel bilginin değişebilir doğasını, kısmi olarak yaratıcılık ve hayal gücünün ürünü olduğu ve bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı gibi unsurlar verilmektedir. Ayrıca bir bilim insanının nasıl çalıştığı hakkında fikir vermektedir.

Abd-El-Khalick (2002) tarafından ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin "atomik yapı" konusu bağlamında bazı önemli bilimin doğasına ilişkin unsurların kazandırılması için doğrudan yansıtıcı yaklaşım modeliyle bir etkinlik tasarlanmıştır. Bu önemli unsurlar (a) bilimsel bilginin gözlemsel ve çıkarımsal doğası, (b) gözlem ve çıkarım arasındaki fark, (c) bilimsel modellerin doğası, (d) bilimsel model üretmede yaratıcılık ve hayal gücünün rolü ve (e) bilimsel bilginin değişebilir doğası olarak belirlenmiştir. Ayrıca üniversite öğrencilerinde dahi tespit edilen (Abd-El-Khalick 1998, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2000) "bilim insanlarının güçlü bir mikroskopla atomları gözlemledikleri" gibi yanlış bilgiye sahip olan gruplarda da bu etkinliğin kullanılması tavsiye edilmiştir. Etkinlikte Rutherford'un deney düzeneğine benzer bir kutu hazırlanarak, deney pinpon toplarıyla gerçekleştirilmiştir. Etkinlik sonucunda katılımcılar atomun yapısı hakkında bilim insanlarının %100 emin olmadıklarını; gözlem ve verilerden yola çıkarak, kısmi olarak da yaratıcılık ve hayal güçleriyle bir atom modeli ortaya konduğu benimsemişlerdir. Böylece etkinliğin başarılı bir şekilde belirlenen bilimin doğasına ilişkin unsurları kazandırdığı belirtilmiştir.

Cobern ve Loving (1998) tarafından, Cobern'in 1991'de hazırladığı "bilimin doğası kart değişimi oyunu" geliştirilerek, öğretmenler tarafından bilim felsefesinin en başarılı şekilde nasıl öğretileceği araştırılmıştır. Çalışma ve ortaokul hizmet öncesi metotları sınıflarında, deneyimli sınıf öğretmenleri ile fen eğitiminden mezun olan üniversite öğrencilerine uygulanmış ve farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bergquist ve Phillips (1975) tarafından 20 veya daha çok mevcutlu sınıflar için geliştirilmiş öğrenme oyunu olan "kart değişimi" adlı öğretici aktiviteden yola çıkılmıştır. Oyun öğrenciler tarafından beğeniyle karşılanmıştır çünkü birbirleriyle konuşmaları ve sınıfta hareketli olmaları gerekmektedir ki bu öğrencilerin yapmayı en çok sevdiği şeylerdir. Altı kategoriyi gösteren 40 farklı cümleyi içeren 200'den fazla kart dizini kullanılan kategoriler şu şekildedir: teoriksel vurgu, deneysel vurgu, bilim karşıtı görüş, bilimsel (ilimcilik), kültürel görüş ve dengeli görüş. Her bir kategoride altı ile yedi arasında değişen cümleler yer almaktadır. Her bir kategori için birer cümle örnek olarak şu şekilde verilmiştir: bilim açık uçludur fakat bilimciler teorinin tahminlerine dayanarak

yürütürler (Teoriksel vurgu), gözlem bütün bilimin merkezidir, örneğin görmek inanmaktır (Deneysel vurgu), bilim her zaman değişir ve bu yüzden güvenilir değildir (Bilime karşı görüş), bizim gelişmiş hayat yolumuzun itibarı bilim ve bilimsel ilerlemeyle gitmelidir (İlimcilik), Bilimde erkeklerin üstünlüğü bilimcilerin verdiği problemlerin seçim ve tanımlarında önyargıya neden olmuştur. Bu erkek önyargısı bilimde kadınların temsil altında olmalarına da bir etkendir (Kültürel görüş), insanlar çaba gösterirken bilim hem iyinin hem kötünün birçok etkisine tabidir (Dengeli görüş). Oyunda öğrencilere bu kartlardan belirli sayıda rastgele dağıtılır. Kartlarındaki görüşleri birbiriyle tartışmaları, kaynaşmaları ve sevmedikleri yani kendi zihnindeki bilim görüşüne uygun olmayan kartları değiştirmek için süre verilir. Böylece öğrencilerin elinde kendi görüşlerini yansıtan kartları toplamaya başlayacaklardır. Oyunun ikinci aşamasında öğrenciler kendi görüşleriyle benzer olan kişileri bulması için tekrar kaynaştırılırlar. Eşleşme kuralları bulunmaktadır. Buna göre her bir eşin en azından 3 tane karta katkısı olması gerekmektedir. Bu kural, eğer eşler gerçekten uzlaşmayla oluştuysa önemlidir. Eşlerin kalan 4 kartları atılır. Oyunun üçüncü evresi eşlerin dört kat fazlasıyla şekillenmesinin dışında, ikinci evrenin bir tekrarıdır. Kartların son dizimlerine dayanarak öğrencilerden bilimin doğası hakkında bir paragraf uzunluğunda cümle yazmaları istenir. Oyunun sonunda çeşitli gruplardan paragraflarını paylaşmalarını ve bazı cümleleri reddederken neden bazılarını kabul ettiklerini söylemeleri istenir. Sonrasında ise tartışmaları kolaylaşmış olacaktır. Çalışmanın sonucunda bilimin felsefesini öğretmede etkili bir metot olduğu ve fen öğretmen adayları için pek çok yaratıcı stratejiye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Brickhouse, Dagher, Letts ve Shipman (2000) tarafından yapılan çalışmanın amacı, 20 kolej öğrencisinin bir dönem boyunca aldığı astronomi dersiyle bilimin doğası içeriğini birleştiren bir çalışma yapmaktır. Çalışmada a) doğrulanan iddialar için kullanılan verilere ihtiyaç duyma ve araştırma, b) bilimsel ve dini görüşleri birleştirme ve c) bilimsel ve bilimsel olmayan teoriler arasındaki fark başlıkları üzerinde durulmuştur. Bilimin kesin olmayan unsurunu içeren bir okuma parçası öğrencilere okutulduktan sonra (Kararlı-Durum Teorisi ve Büyük Patlama), bu teoriler hakkında ilgili verilerin tartışılması istenmiştir. Araştırmacılar bilim ile din hakkında istenilen tartışma süresinin, teorilerin doğası hakkındaki tartışma kadar sürmediği ve yeterince üzerinde durulmadığını belirtmiştir. Veri toplamak için ise sınıftaki öğretim çalışmaları

gözlemlenmiş ve tartışmalardan sonra ise öğrencilere bazı ödevler verilerek, bu ödevleri değerlendirme aracı olarak kullanmışlardır. Örneğin kendilerini bir yerel gazetenin muhabiri olarak düşünüp, yazacakları makaleleri için görüşmek istedikleri bilim insanlarının tepkilerini tahmin etmeleri istenmiştir. Ayrıca elde edilen yeni verilerle kendi görüşlerinde de meydana gelen değişikliği açıklamaları istenmiştir. Beş öğrenci ise hedef çalışma grubu olarak seçilmiş ve bu öğrencilerle üç kez mülâkat yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerden istenen ilk ödevden son ödeve doğru bir değerlendirme yapıldığında sadece %3'ünün deliller hakkında zayıf görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Teorilerin doğası hakkında ise % 53'ü teorilerin kesin olmayan doğasını anlarken, % 34'ü ise anlamamıştır. Araştırmacılar öğrencilerin konu alan bilgisinin olmasının; teorilerin doğası hakkında ve geçerli-geçersiz delil ayrımı yapmaları konusunda anlamlı konuşmalar yapmalarını etkilediğini belirtmişlerdir. Bu nedenle öğrencilerin teoriler hakkında istenilen doğrultuda bilgi kazanması için, seçilen konu bağlamının önemli olduğu belirtilmiştir.

2.3 Bilimin Doğası Değerlendirme Araçlarının İncelenmesi

Bilimin doğasına ilişkin görüşlerini belirlemede pek çok ölçme aracı geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Lederman, Wade ve Bell (1998) tarafından yapılan çalışmada geliştirilen pek çok bilimin doğası ölçeklerinin bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Araştırmada 1954-1995 yılları arasında bilimin doğasına ilişkin 24 ölçek geliştirildiğini belirtmektedir. Karşılaştırma sonucunda bireylerin bilimin doğası anlayışlarını değerlendirmek için geleneksel kağıt-kalem yaklaşımına daha fazla ilgi gösterildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca değerlendirme araçlarının ön yargılı olarak yorumlandığı ve bazı değerlendirme araçlarının amacını karşılamada zayıf olduğu belirtilmiştir. 1954'ten itibaren geliştirilen ölçekler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2
Bilimin Doğası Değerlendirme Ölçekleri

Tarih	**Ölçek**	**Yazar**
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts about science test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on understanding science) (Bilimi Anlama Testi, TOUS)	Cooley ve Klopfer
1962	Processes of science test	BSCS
1966	Inventory of science attitudes, interests and appreciations	Swan
1966	Science process inventory (Bilim Metot/ İşlem Envanteri, SPI)	Welch
1967	Wisconsin inventory of science processes (Bilim Metotlarının Wisconsin Envanteri, WISP)	Scientific literacy
1968	Science support scale	Schwirian
1968	Nature of science scale (Bilimin Doğasının Ölçeği, NOSS)	Kimball
1969	Test on the social aspects of science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore ve Sutman
1974	Scince Inventory (SI)	Hungerford ve Walding
1975	Nature of science test (Bilimin Doğasının Testi, NOST)	Billeh ve Hasan
1975	Views of science test (Bilim Hakkında Görüşler Testi, VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (Bilimsel Bilginin Doğasının Ölçeği, NSKS)	Rubba
1978	Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test enquiry skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of scientific Teories test (Bilimsel Teoriler Testi Hakkında Görüşler, COST)	Cotham ve Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on science-technology-society (Bilim–Teknoloji- Toplum Üzerine Görüşler Anketi, VOSTS)	Aikenhead, Fleming ve Ryan
1990	Nature of Science Survey (Bilimin Doğasını Araştırma)	Lederman ve O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge scale (Geliştirilmiş Bilimsel Bilginin Doğasının Ölçeği, MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents (Kritik olaylar)	Nott ve Wellington

Cooley ve Klopfer (1961) bilimin doğası ve bilim kavramının ölçülebilmesi için Bilimi Anlama Testi (Test on Understanding Science, TOUS) ölçeğini geliştirmişlerdir. Bu ölçek 4'ü alternatif, 60'ı çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Her sorunun bir doğru cevabı bulunmaktadır. Ölçekte (I) bilimsel girişimciliğin anlaşılması; (II) bilim insanı; (III) bilimin amacı ve metotları gibi başlıklar ölçekte vurgulanmıştır.

Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP) (Scientific Literacy Research Center, 1967) ölçeğinde 93 farklı duruma "doğru", "doğru değil" ve "anlamadım" olarak yanıtlanması istenmiştir. TOUS dışında diğer ölçeklere göre en fazla kullanılan ölçektir. WISP, lise öğrencileri için geliştirilmiş ve geçerli kılınmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik verileri mükemmel olmasına rağmen, 93 maddenin bir saate yakın uygulanışı, ölçeğin tek bir ders saatinde yapılmasını imkânsız kılmaktadır. Ek olarak bu ölçek güzel sonuçlar verirken, alt dallarla ilgili ölçüm yapmamaktadır.

Science Process Inventory (SPI) (Welch, 1966) adlı likert tipi ölçek "katılıyorum" ve "katılmıyorum" şeklinde cevaplanan, bilimsel bilginin hangi işlemler ve metotlarla değiştiğini anlamayı ölçen toplam 135 maddeden oluşmaktadır. Madde sayısının fazla oluşu, bir ders saati periyodunda uygulanmasına engeldir. Geçerliliği için pilot çalışmalar yapılmış ve uzman görüşü alınmıştır. Aikhead (1972) tarafından ölçeğin faktör analizini yapılmış ancak Welch'in sonuçlarına benzer sonuçlar bulunamamıştır. Bates (1974) tarafından da faktör analizi yapılmış ancak anlamlı bir sonuç alınamamıştır. Bu iki çalışma bilimin doğasının çok çeşitli unsurlarını içeren ölçekten elde edilen sonuçları yorumlamanın zorluğunu ortaya koymuştur. Madde sayısının çok fazla oluşu, kararsız olan öğrencilerin cevaplayacakları bir yanıtın olmaması ve WISP gibi SPI'nın da alt ölçümlere sahip olamaması en önemli eksiklikleridir.

Nature of Science Scale (NOSS) (Kimball, 1968) tarafından ölçek, öğretmenlerin bilim hakkında bilim insanlarıyla aynı görüşlerde olup olmadıklarını saptamak için geliştirilmiştir. 29 maddeden oluşan likert tipi ölçek "katılıyorum", "katılmıyorum" ve "kararsızım" şeklinde yanıtlanmaktadır. Üniversite öğrencileriyle yapılan uygulamalarla geliştirilmiş, geçerliliği ve güvenilirliği ölçülmüştür.

Nature of Science Test (NOST) (Billeh ve Hasan, 1975) bilimin önermeleri (8 madde), ürünleri (22 madde), süreçleri (25 madde) ve etiği (5 madde) olmak üzere 60 çoktan seçmeli maddeden oluşur. Bilimsel bilginin doğası tek bir ölçekle ölçebilmek

için çok karışıktır ve bu nedenle, bu değerlendirme aracı sadece geniş bir içerikte kullanılabileceği belirtilmiştir.

Views of Science Test (VOST) (Hillis, 1975) ölçeği özellikle bilimsel bilginin kesin olmayan doğası unsurunu ölçmek için geliştirilmiştir. Ölçek bilimsel bilginin ya kesin ya da değişebilir olduğunun belirtilmesinin istendiği 40 farklı durumdan oluşmaktadır. Katılımcılar kararlarını açıklayan beş seçenekten birini seçer. Ölçek bilimin kesin olmayan unsurunu ölçmede oldukça başarılıdır. Ancak hem alt ölçümleri yoktur, hem de bilimin doğası ile ilgili ölçümleri, bilimsel bilginin tek bir özelliğiyle sınırlıdır.

Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS) (Rubba, 1976) tarafından "tamamen katılıyorum", "katılıyorum", "tarafsızım", "katılmıyorum" ve "kesinlikle katılmıyorum" olarak 5 seçenekten oluşan likert ölçüm tipi 40 sorudan oluşur. Ölçek lise düzeyi öğrencileri için geliştirilmiş ve güvenilir bulunmuştur. 5 seçenekli likert ölçümü tipi cevaplama formatı, cevaplayana açıklama için maksimum özgürlük sağlamaktadır. Cotham (1979) daha önce tartışılan birçok değerlendirme aracını geçersiz kılmayı amaçlayan güçlü bir atak başlattı. NSKS aracında birçok soru çiftinin alt ölçümlerde benzer olması, cevap verenleri daha önce verdikleri cevaplara geri dönmeleri için cesaretlendirebilir. Bu çapraz kontrol, aracın geçerliliğinin hatalı kabulüne neden olan fazla şişirilmiş derecede güvenilir yaklaşımları sonucunu verir.

Conseptions of Scientific Theories Test (COST) (Cotham ve Smith, 1981) likert tipi dört seçenekli 40 ölçüt maddesinden ve her biri bilimsel teorilerin farklı bir bakış açısına denk olan dört alt ölçütten oluşan bir ölçektir. Bu dört alt ölçüt; (1) varlık felsefesinin teorilerinden çıkarımlarını, (2) teorilerin test edilmesini, (3) teorilerin genellenmesini ve (4) rekabet eden teorilerin seçeneklerini içerir. COST her bir kümeyi bir bilimsel teorinin kısmi bir tanımıyla ve teorinin geçmişinden bazı olaylarla özetleyerek, dört madde kümesi için teorik içerik sağlar. Her bir teori tanımını izleyen konular o tanıma gönderme yapar. Bu dört içerik; 1) Bohr'un atom teorisi, 2) Darwin'in evrim teorisi, 3) Oparin'in abiyogenez teorisi, 4) Kıta tektoniği teorileridir. Söz konusu konulara içerik sağlamak için kullanılan dört teori tanımı birçok liselinin kapasitesini aşabilecek seviyede sunulmuştur. Öğrenciler tarafından maddelerin zor deşifre edilmesi, metodun güvenilirliği ve geçerliliğini olumsuz etkileyecektir. COST'un, ortalama lise öğrencilerinin bile üst seviyesinde öğrenciler için ve geniş bir kısım kolej öğrencisi için

çok düşük güvenilirlik gösterdiği (Cronbach's alpha=0.28-0.35) yayımlanmamış sonuçları (Bell ve Lederman, 1996) bu sorunun kanıtıdır.

Views on Science-Technology-Society (VOSTS) (Aikenhead, Ryan ve Fleming, 1989) ölçeği öğrencilerin fen, teknoloji anlayışlarıyla, bunların toplumla etkileşimini değerlendirmek için geliştirilmiştir. İçerdiği konular: bilim ve teknoloji, toplumun bilim/teknoloji üzerindeki etkisi, bilim/teknolojinin toplum üzerindeki etkisi, okul biliminin toplum üzerindeki etkisi, bilim insanlarının özellikleri, bilimsel bilginin sosyal oluşumu, teknolojinin sosyal oluşumu ve bilimsel bilginin doğası başlıklarını içerir. 114 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. 11. ve 12. sınıf öğrencileri için geliştirilmiş olan VOSTS birçok diğer yöntemin tersine, sayısal puan yerine bir dizi alternatif "öğrenci durumu" ibaresi sunar. Bu ibareler, öğrencilerin bir Bilim-Teknoloji-Toplum (BTT) konusu ya da maddesinde kendi belirtilen durumlarını savundukları çok sayıda açık uçlu tartışma paragraflarından elde edilmiştir. Öğrenci bu ölçeğin maddelerini okuduktan sonra çeşitli şıklarda verilen durumların kendi düşüncesine uygun olduğuna karar vererek işaretleyecektir. Eğer uygun görmüyor ya da soruyu anlamamışsa son üç seçenekten (anlamadım, cevap için yeterli bilgiye sahip değilim, bu yanıtlardan hiçbiri görüşlerime uymamaktadır) birini seçebilecektir. Bu cevap formatı daha önceki birçok çoktan seçmeli cevap ya da likert tarzı cevap yöntemlerinin kullanıldığı zorunlu cevap şeklini ortadan kaldırmaktadır. Ölçeği geniş geliştirme ve geçerlilik çalışmaları yaklaşık olarak altı yılda tamamlanmıştır.

Nature of Science Survey (Lederman and O'Malley, 1990) VOSTS'un geliştirilmesi sırasında Aikenhead tarafından not edilen ve NSKS'nin (Rubba, 1976) kullanımında not edilen kalem ve kağıt kullanımıyla ilgili problemlerden bazılarını çözme girişimlerinden birinde, Lederman ve O'Malley, 7 maddeden oluşan daha da açık-uçlu bir tarama geliştirmişlerdir. Bu metot, ek röportajla/görüşmelerle birlikte kullanılmak için düzenlenmiş ve 7 maddenin her biri bilimdeki kararsızlığın farklı bir açısına odaklanmıştır. Ölçek izleme görüşmeleriyle birlikte kullanılmak için tasarlanmış ve her bir madde bilimin kesin olmayan doğasının farklı görüşlerine odaklanmıştır.

Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS) (Rubba, 1976) likert tipi 48 maddeden oluşan ölçeği "kesinlikle katılıyorum", "katılıyorum", "kararsızım", "katılmıyorum" ve "kesinlikle katılmıyorum" olarak cevaplanmaktadır. Ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini objektif olarak ölçmede uygundur.

Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (M-NSKS) (Meichtry, 1992) ölçeği NSKS'nin alt ölçeklerinin dördünden alınma 32 ibare değiştirilmiş bir NSKS metodudur. Bu alt ölçekler ise yaratıcılık, gelişimsel, test edilebilir ve bütünleştirilmiş olarak verilmiştir. M-MSKS ölçeğinin geliştirilmesiyle geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileriyle yapılmıştır.

Critical Incidents (Nott ve Wellington, 1995) bilinen kâğıt-kalem ölçeklerinden yola çıkarak öğretmenlerin bilimin doğası kavramlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Nott ve Wellington (1995) öğretmenlerin "Bilim nedir?" gibi, konudan bağımsız olarak bir soru sorulduğunda etkin bir şekilde bilimin doğası hakkında fikir belirtemediklerini ortaya koymuştur. Bunun için sınıf içi aktiviteler olarak "kritik olaylar" adında tarifler/senaryolar serisi oluşturmuşlardır. Öğretmenlerden olaylar karşısında şu sorulara cevap vermeleri beklenmiştir: Ne yapardınız? Ne yapabilirdiniz? Ne yapmalıydınız? CI'nın kullanımı ders öncesi ve sırası için yararlı çözümlemeler (aslında Nott ve Wellington olayları bu amaçla kullanmaktalar) üretmek için harika bir kaynak araç gibi görünse de, öğretmenlerin verdiği cevapların onların bilimin doğası hakkındaki görüşleriyle ilgili olup olmadığı hala şüphelidir. Kısaca bu yaklaşım, mevcut birikimin açıkça desteklemediği, öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin otomatik olarak ve gerektiği üzere sınıf pratiğini etkilediği çıkarımı üzerine odaklanılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları görüşlere göre profillerinin, hazırlanan etkinlikler doğrultusunda nasıl değiştiği incelenmiştir. Bir ortaöğretim öğrencisinin bilim ve bilimin doğası hakkında yeterli bilgilere sahip oluşu, bilimsel okur-yazarlık için en önemli şartın yerine getirilmesini sağlayacaktır. Öğrencilerin bilimin değişebileceğine, kısmen yaratıcılık ve hayal ürünü olduğuna, bilimin içeriği ve süreçlerinde sosyal ve kültürel etmenlerin etkili olduğunun farkında olmaları gerekmektedir. Bilimin ne olduğunun, nasıl ilerlediğinin yanında; teori ve kanun gibi kavramların yapısı hakkında bilgi sahibi olan öğrenciler belki de geleceğin bilim insanı olma yolunda önemli bir adımı atmış olacaklardır. Ders kitaplarında bilimsel bilginin yıllarca aynı olarak öğretmenleri tarafından aktarıldığına şahit olan bu bireyler, bilimsel bilginin evrende nasıl oluşup büyüdüğünü ya da yalnızlığa terk edildiğini de öğreneceklerdir. Bu nedenle öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirmek isteyen araştırmacıların büyük bir çaba harcaması gerekmektedir. Ancak şunu da belirtmek gerekir ki bilimin doğası öğretiminin amacı daima bilim insanı yetiştirmek değil; ileride hangi meslekte olurlarsa olsunlar, günlük yaşamı içerisinde öğrendiği akademik bilgileri kullanan, yorumlayan ve tartışabilen bireylerin oluşmasını sağlamaktır. Lederman'ın (1992) belirttiği gibi: "bilimin doğası hakkında öğrencilerin görüşlerini etkileyen en önemli değişkenler, dersin geneli sırasında uygulanan özel eğitimsel davranışlar, etkinlikler ve kararlardır". Bu nedenle bu görüşleri geliştirecek olan özel etkinliklerin tasarlanması gerektiğine inanılmıştır.

Bu nedenlerden dolayı ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri doğrultusunda profillerini ortaya çıkaran anketler uygulanmış ve bu görüşlerin olumlu yönde değişmesi için "Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon" konusunda bağlı olarak tasarlanan altı farklı etkinlik öğrencilere uygulanmıştır. Bu öğretim etkinliklerinin temel amacı öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmenin yanı sıra, öğretmenlerin de benzer olarak kendi bilim doğası öğretim

etkinliklerini geliştirmesi açısından kılavuzluk etmektir. Araştırmada bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemede kullanılan ve açık uçlu sorulardan oluşan VNOS-C anketiyle birlikte mülakatlar uygulanarak nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır.

İnsan davranışlarını etkileyen pek çok sosyal unsur vardır ve çalışmaya katılan bireylerin ankete vermiş oldukları cevapları da etkileyen birçok neden olmuş olabilir. Örneğin katılımcının anket hakkındaki düşünceleri ya da bulunduğu fiziksel koşullar yanıtlarını etkileyebilir. Ankette yer alan soru/soruların yanlış anlaşılması ya da yeteri kadar görüş bildirmeyecek cevapların yazılması söz konusu olabilir. Bu nedenle yapılan ön ve son testin mülakatlarla desteklenerek daha sağlıklı verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular çoğunlukla nitel bir yolla analiz edildiğinden, araştırma nitel bir çalışma olarak kabul edilebilir. Etkinliklerin hangi yöntemle tasarlanacağı hakkında karar ise, alanyazındaki çalışmaların incelenmesiyle verilmiştir. Bilimin doğası hakkındaki çalışmalarda kullanılan üç temel yaklaşım - dolaylı, doğrudan yansıtıcı ve tarihsel- öne çıkmaktadır. Pek çok çalışmada (Akerson vd., 2000; Khishfe ve Abd-El- Khalick, 2002; Schwartz ve Lederman, 2002) öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasını öğrenmeleri açısından dolaylı yaklaşıma göre daha etkili olduğu belirtilen doğrudan-yansıtıcı yaklaşımın, bilimin doğasını en başarılı şekilde öğretilebileceği belirtilmiştir (Abd-El-Khalick vd., 1998). Doğrudan-yansıtıcı yaklaşım; öğrencilerin bir konu alanı veya bilimin doğası etkinlikleri bağlamında yansıtmalarda bulunacakları bir öğrenme ortamında öğretimin yapılandırılmasını içerir. Bununla beraber Carey ve meslektaşları (1989) ile Durke'nin (1974) yaptığı çalışmalarda doğrudan-yansıtıcı yaklaşımın sınırlı olarak bir başarı getirdiği belirtilmiştir (Khisfe ve Lederman, 2007). Bu nedenle araştırmanın asıl amacının hangi öğretim yönteminin daha etkili olacağı değil, öğrencilere bilimin doğasına ilişkin unsurların en iyi şekilde öğretilmesi olduğundan, bir diğer öne çıkan tarihsel yaklaşımın da kullanılmasına karar verilmiştir. Abd-El-Khalick ve Lederman (2000) çalışmalarında doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile tarihsel yaklaşımın, bilimin doğasına ilişkin unsurlarını kazandırmada en etkili modeller olduğunu belirtmişlerdir. Alanyazındaki bazı çalışmalarda ise tarihsel yöntemin etkili bir yöntem olup olmadığı halen tartışılmaktadır. Oysa Kuhn'a göre fen derslerinde bilimin tarihini anlatmadan, bilimin öğretilemeyeceği özellikle vurgulanmıştır. Öğrenci ve öğretmenlerin bilimin tarihi ve felsefesi hakkında

bilgilendirilmeleri, onların bilimin doğasını anlamalarını sağlayacaktır (Kuhn, 1962). Ayvacı (2007) bilimin doğasının fen konu alanı bağlamında öğretiminde farklı yöntemlerin etkinliğini kararlaştırmak veya herhangi birinin etkinliğini iddia etmek yerine, her üç yöntemin de bazı ilkelerini içeren "karma bir yöntemin" uygulanmasına teşvik etmenin en işlevsel ve mantıklı yol olduğu belirtilmiştir. Böylece her iki yaklaşımdan da oluşan etkinlikler tasarlanmış ve ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerine olan etkisi incelenmiştir.

Bilimin doğası çalışmalarında etkinliklerin hangi yaklaşıma göre hazırlanacağının yanı sıra, bir fizik konu alanına bağlı olarak hazırlanıp hazırlanmaması da bilimin doğası hakkındaki alanyazında yer alan tartışmalardan biridir. Bilimin doğasıyla ilgili kazandırılmak istenen kavramların, işlenen fen konu alanıyla birleştirerek ya da birleştirilmeden öğrencilere öğretebilen doğrudan yaklaşımın etkisi tartışılmaktadır. Bu durum çoğunlukla öğretmen veya öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda incelenmiştir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Bell vd., 2000; Lederman vd., 2002; Seung vd., 2009). Birçok araştırmacı (Brickhouse vd., 2000; Clough, 2003; Clough ve Olson, 2001; Ryder vd., 1999) bilimin doğasının fen konu alanı bağlamında doğrudan öğretilmesinin, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları daha iyi geliştirebileceği düşüncesine sahiptir. Clough (2003) bilimin doğasını doğrudan öğretmeyi amaçlayan etkinlikler ile fen konu alanı arasında bağlantı kurulmazsa öğrencilerin yeterli kavramlar geliştiremeyeceğine inanmaktadır (Akt: Küçük, 2006). Bazı araştırmacılar ise, bilimin doğasının bir fen konu alanı bağlamının dışında doğrudan öğretilmesinin, fen öğretim programlarına sadece bir ilâve yük getireceğini belirtmektedir (Driver vd., 1996). Böylece çalışmada tasarlanan etkinlikler bir konu alanına bağlı olarak hazırlanmıştır. Ortaöğretim 12. sınıf fizik dersinin ilk iki ünitesi olan "Manyetizma" ve "Elektromanyetik İndüksiyon" konularına bağlı olarak doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma uygun olarak altı farklı etkinlik tasarlanmıştır. Bu etkinlikler ile birlikte hem bilimin doğasına ilişkin unsurları, hem de dersin hedeflenen amaçlarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Etkinlikler fizik ders saati içerisinde haftada ikişer saat olmak üzere altı hafta boyunca, toplamda 12 saatlik bir sürede uygulanmıştır. Etkinlik sunumlarının tamamı ve mülakatlar ayrı ayrı video ile kayıt edilmiş ve araştırmacı tarafından analizleri, uygulama tamamlandıktan sonra yapılmıştır.

Öğretim etkinliklerinin amacı ortaöğretim öğrencilerinin uluslararası standart dokümanlarda belirtilen bilimin doğasına ilişkin unsurları kazanmalarıdır. Ayrıca etkinlikler bir fizik konusuna bağlı olduğundan, müfredatta yer alan ünitelerin hedefleri de kazandırılmış olunacaktır. Okul öncesi döneminden üniversiteye kadar öğrencilerin aldıkları eğitimle, bilimin doğasına ilişkin bazı unsurlarının kazanılması gerektiği belirtilmiştir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Lederman, 1999). Bunlar ise aşağıdaki gibidir:

- Bilimsel bilgi kesin değildir, değişebilir.
- Bilimsel bilgi deneylere dayalıdır.
- Bilimsel bilgi özneldir.
- Bilimsel bilgi kısmen insan yaratıcılık ve hayal gücünün ürünüdür.
- Bilimsel bilgi sosyal ve kültürel olarak kurulur.
- Bilimsel bilgi gözlem ve çıkarımın birleşimini gerektirir.
- Dokümanlarda yer almasa da gözlem ve çıkarımın arasındaki fark ile bilimsel teori ve yasaların işlevi ve aralarındaki ilişki de bu unsurlar arasındadır (Abd-El-Khalick, 2001).

Etkinliklerin öğrencilere uygulanışı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler uygulanmadan önce, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla Türkçe'ye adapte edilen VNOS-C ön test olarak uygulanmıştır. Etkinlikler sırasına uygun olarak konularla birlikte uygulandıktan sonra, aynı anket son test olarak kullanılmıştır. Öğrenci görüşlerinin daha detaylı öğrenmek için ön ve son test sonrasında ise mülakatlar yapılmıştır. Bu mülakatlarda öğrencilerin ankete verdikleri yanıtlar hatırlatılarak, yanıtlarını daha detaylı açıklatıcı sorular sorulmuştur. Böylece ankete verdikleri yanıtların güvenilirliği de kontrol edilmek istenmiştir. Öğrencilerin bilimsel bilgi ve özellikleri hakkındaki fikirlerini öğrenmek ve nicel olarak değerlendirmek için ise, ön ve son testten sonra Küçük (2006) tarafından oluşturulan ve Ayvacı (2007) tarafından geliştirilen "Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi" (BYTA) uygulanmıştır. Bu anket öğrencilere kendi sınıflarında, 20 dakikalık süre içerisinde uygulanmıştır. Etkinliklerin araştırmacı tarafından uygulanmasına başlandıktan sonra, bazı etkinlikler sonrasında (ikinci ve beşinci etkinlikler dışında) öğrencilerin fikirlerindeki değişme, duygu ve düşüncelerini öğrenmek için ise yansıtıcı yazılar yazmaları istenmiş ve böylece araştırma tamamlanmıştır.

3.2 Evren ve Örneklem

Araştırmacı tarafından yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir durum sağlandığı için kolay anlaşılabilir durum örneklemesi yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca diğer örnekleme yöntemlerinin kullanılma fırsatının olmaması da, bu yöntemin seçilme nedenidir. Çünkü nitel olan bu araştırmanın amacı genellemek değil, etkinlikler tasarlamak ve konuyu derinlemesine incelemektir. Bu çalışma 2009-2010 Eğitim-Öğretim yılının I.döneminin, Çorum Boğazkale Lisesi'nin 12. sınıf öğrencileriyle birlikte yürütülmüştür.

3.3 Verilen Toplanması

3.3.1 Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi

Bu çalışmada bilimin doğası etkinliklerinin yürütüldüğü sınıfta 12. Sınıf ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki kavramları incelenerek, profillerini belirlemek için VNOS-C anketi kullanılmıştır. Anket Lederman ve meslektaşları (2002) tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu anketin üç versiyonu bulunup (VNOS-A, VNOS-B ve VNOS-C) bu çalışmada geliştirilen en son versiyonu kullanılmıştır. Anketin geliştirilme sürecinde Abd-El-Khalick (1998) tarafından VNOS-B formu değiştirilmiş ve yeni maddeler eklenerek genişletilmiştir. VNOS-C anketi alanyazından alınıp (Lederman vd., 2002), Türkçeye adapte edilerek uygulanan tez çalışmaları incelenerek çalışmada uygulanmıştır (Küçük, 2006; Ayvacı, 2007; Doğan-Bora, 2005). Bu anket, ilkokul öğretmen adaylarına (Abd-El-Khalick, 2001), ortaöğretim öğretmen adaylarına ve öğretmelerine (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick ve Bell, 2001) birçok çalışmada uygulanmış ve bu yolla bilimin doğası kavramlarının açık bir şekilde ortaya konulması amacıyla kullanılmıştır. Abd-El- Khalick (1998; 2001) bilimin doğasıyla ilgili diğer anketleri analiz ederek ve mülâkat verilerine de uygun olarak, bağımsız olarak oluşturduğu katılımcıların bilimin doğası profillerini sistematik olarak karşılaştırmış ve VNOS-C anketinin geçerli bir ölçme aracı olduğu sonucuna varmıştır. Bu nedenle çalışmada

öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirlemek için VNOS-C anketi kullanılmıştır.

Anket öğrencilerin bilimin doğası profillerinde meydana gelen değişimleri belirlemek için çalışmadan bir hafta önce ve sonra olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Anketin kullanımından sonra öğrencilerle gerçekleşen mülakatlarda, ankete verdikleri yanıtların yeniden sorulan sorularla tutarlı olup olmadığına bakılmıştır. Böylece anketteki soruların doğru anlaşılıp anlaşılmadığına ve anketin geçerliği/güvenilirliği test edilmiştir. Ankette yer alan sorular EK-1 kısmında verilmiştir.

Ankette yer alan soruların sorulma nedenleri ise şu şekildedir:

1. Soru: Bilimle ilgili sahip oldukları genel düşünceleri ve özellikle de bilimin deneysel doğasıyla ilgili düşüncelerini belirleyebilmek.
2. Soru: Bir deneyin ne amaçla kullanıldığının veya deneyin doğasıyla ilgili sahip olunan düşünceleri belirlemek.
3. Soru: Bilimsel bilgilerin gelişmesinde deneylerin ve deneysel delillerin rolünün farkında olup olmadıklarını belirlemek.
4. Soru: Bilimsel iddiaların kesin olmayan doğası ve bu iddiaların niçin değiştiği hakkında sahip olunan düşünceleri belirlemek.
5. Soru: Bilimin ürünleri arasında var olan ilişkilerle ilgili kavram yanılgılarına sahip olup olmadıklarını belirlemek.
6. Soru: Bilimde insan çıkarımının, yaratıcılığının ve modellerin rolü ile bilimsel modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını anlayıp anlamadıklarını belirlemek.
7. Soru: Bilimde insan yaratıcılığının ve hayal gücünün rolü ile bunların çalışmanın hangi aşamasında rol oynadığıyla ilgili ve özellikle bilimin deneysel doğasıyla ilgili düşünceleri belirlemek.
8. Soru: Bilimsel bilgi üretmede deneysel delillerin rolüyle ve aynı verilere bağlı olarak farklı çıkarımların yapılmasının mümkün olduğunu anlayıp anlamadığıyla ilgili düşüncelerini belirlemek.
9. Soru: Bilimde yaratıcılığın ve hayal gücünün rolü ile bilimsel bilgi üretmek için deneysel delillerin gerekliliği ve kültürel ve sosyal faktörlerin bilimdeki rolüyle ilgili düşünceleri belirlemek.
10. Soru: Bilimde insan yaratıcılığının ve hayal gücünün rolüyle ve bunların hangi aşamada rol oynadığıyla ilgili düşünceleri belirlemek (Ayvacı, 2007).

3.3.2 Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi

Öğrencilerin bilimsel bilgi ve özellikleri hakkındaki fikirlerini öğrenmek ve nicel olarak değerlendirmek için Küçük (2006) tarafından geliştirilen 16 maddelik bir anket kullanılmıştır. Öğrencilerden "Kesinlikle Katılıyorum, Katılmıyorum, Bir Fikrim Yok, Katılmıyorum veya Kesinlikle Katılmıyorum*"* şeklinde anketi cevaplanması istenmiştir. Etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik görüşleri üzerindeki etkisi, bu anket yardımıyla nicel olarak ortaya konulmuştur. Anket soruları EK-2 kısmında verilmiştir.

3.3.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Tasarlanması

Bu çalışmada ortaöğretim öğrencilerine Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak bilimin doğası hakkındaki unsurları geliştirmek için altı farklı etkinlik tasarlanmıştır. Kazandırılmak istenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar, fen eğitim reform dokümanlarından ve alanyazındaki çalışmalardan yararlanılarak belirlenmiştir. Bu etkinliklerle hem yıllık planda yer alan öğretim hedeflerinin hem de fizik konularıyla ilişkili olan bilimin doğasına ilişkin unsurların da kazandırılması amaçlanmıştır. Etkinliklerde kazandırılması amaçlanan bilimin doğasıyla ilgili unsurlar şunlardır: bilimin kesin olmayan doğası, bilimin deneysel doğası, bilimin öznel doğası, bilimin yaratıcı ve hayalci doğası, bilimin sosyal ve kültürel doğası, bilimin çıkarıma dayalı doğası, bilimsel teori ile yasanın farkı, bilimsel modellerin rolü ve gözlem ile çıkarım arasındaki fark.

Araştırmada tasarlanacak etkinliklerin hangi bilimin doğası öğretim yaklaşımının seçilmesi gerektiği hakkında alanyazında yapılan inceleme sonucunda, üç farklı yöntemin öne çıktığı görülmüştür: doğrudan-yansıtıcı, dolaylı ve tarihsel yaklaşım. Etkinliklerin yapılan çalışmalarda bilimin doğası anlayışını geliştirmede dolaylı yaklaşıma göre daha etkili olduğu ortaya konulmuş olan doğrudan-yansıtıcı yaklaşıma göre tasarlanmasına karar verilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bununla birlikte doğrudan yansıtıcı yaklaşımın sınırlı bir başarısının olduğu belirtilmiştir (Carey vd., 1989). Bunun nedeni olarak araştırmacılar

bilimin doğası anlayışını geliştirmede bir konu alanına bağlı olarak öğretilmesini önermiştir (Brickhouse vd., 2000; Ryder vd., 1999). Araştırmanın amacının hangi bilimin doğası öğretim yaklaşımının daha etkili olacağı değil; öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili unsurlarını en iyi şekilde öğretecek olan bilimin doğası etkinliklerinin geliştirilmesi olduğundan, tarihsel ve doğrudan-yansıtıcı yaklaşımla hazırlanan etkinliklerin uygulanması uygun bulunmuştur. Etkinliklerin tasarlanması kısmında alanyazında yer alan ve bir fen konu alanından bağımsız olarak hazırlanmış olan etkinlikler incelenmiştir (Cobern ve Loving, 1998; Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998; Kipnis, 1998; Abd-El-Khalick, 2001, 2002; Khisfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Chung-Lee, 2007; Gürses vd, 2004; Gürses, Doğar ve Yalçın, 2005; Küçük, 2006; Ayvacı, 2007; Beşli, 2008; Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2009). Hazırlanmış olan bu bilimin doğası öğretim etkinlikleri ve uygulamaları sonucunda elde edilen veriler incelenmiştir. Araştırmada etkinliklerin bağlı olacağı fizik konusu olarak ise 12. sınıf fizik dersinin ilk iki ünitesi olan "Manyetizma" ve "Elektromanyetik İndüksiyon" konuları seçilmiştir. Bunun ilk nedeni olarak bu iki ünitenin öğrencilerin anlamada en fazla zorlandıkları konular olarak belirtilmiş olmasıdır (Aycan ve Yumuşak, 2002). Bir diğer nedeni ise manyetizma ve indüksiyon konularının; Oersted ile başlayıp Faraday ile ivme kazanarak, pek çok bilim insanının aynı konu üzerinde birbirinden haberli ya da habersiz olarak çalışması gibi bu dönemin bilim tarihi açısından zengin bir içeriğe sahip olmasıdır. Böylece bilimin doğası açısından bakıldığında, pek çok unsurun da öğrencilere kolayca bu dönemden bilim tarihinden örneklerle aktarılarak, bilimin doğasına ilişkin unsurların kazandırılacağı düşünülmüştür. Böylece araştırmada uygulanacak olan etkinlikler Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak, yukarıda yer alan çalışmalardan yola çıkarak yeni altı farklı etkinliğin tasarlanmasına karar verilmiş ve yaklaşık üç aylık süre içerisinde tasarlanmıştır.

Etkinliklerin tasarlanmasından sonra bilimin doğası ve fizik alanları bakımından incelenmesi için uzman görüşüne başvurulmuştur. Tasarlanan bilimin doğası etkinliklerini Araş. Gör. Dr. Uygar Kanlı içerdiği fizik konuları açısından ve Yrd. Doç. Dr. Nihal Doğan Bora, Araş. Gör. Yasemin Özdem ve Seda Çavuş'un ise bilimin doğası açısından incelemeleri istenmiştir. Konu alanında uzman bu kişiler etkinliklerini inceleyerek, belirlenen unsurun etkinlikte vurgulanışını "hiç vurgulanmamış", "zayıf vurgulanmış", "karasızım", "iyi vurgulanmış" ve "çok iyi vurgulanmış" olarak

hazırlanan kategorilere göre belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca konu alanı uzmanları tarafından belirtilen görüş ve önerilerle birlikte; "hiç vurgulanmamış", "zayıf vurgulanmış" ve "karasızım" şeklinde yanıtlanan etkinlikler tekrar gözden geçirilmiştir. Bu inceleme sonucunda bazı maddeler etkinliklerden çıkartılmıştır. Konu alanındaki uzman kişilerin önerilerine göre etkinliklerin basamakları tekrar gözden geçirilmiştir.

3.3.4 Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri

Etkinliklerin tasarlama aşamasının tamamlandıktan sonra, bu etkinliklerin öğrencilerle birlikte bir uygulama yapılarak sonuçlarının görülmesi gereklidir. Bu nedenle 2009-2010 eğitim-öğretim yılının başlamasıyla birlikte, bu etkinliklerin araştırmacı tarafından uygulanmasına geçilmiştir. Etkinliklerin anketlerle birlikte uygulanışı fizik dersi süresince haftada 2 saat olmak üzere, altı haftada 12 saat içerisinde gerçekleşmiştir. EK-3'ten EK-8'e kadar verilen etkinlikler incelendiğinde, uygulanması için gerekli olan toplam sürenin 9 saat olduğu görülecektir. Ancak etkinlikler konu alanına bağlı oldukları için konunun sırasına göre işlenerek uygulanması gerekmektedir. Dersin içeriğine göre ünitelerle birlikte, amaca göre konulardan önce ya da sonra bu etkinlikler uygulanmıştır. Bu nedenle toplamda altı hafta süren bir çalışma gerçekleşmiştir. Etkinliklerin uygulanışı sırasında tüm öğrencilerin öncelikle bağımsız çalışma yapılması ve grup çalışmasından kaçınılması istenmiştir. Öğrenciler görüşlerini açıkladıktan sonra birbirinden etkilenmiş ise bunu belirterek görüşlerini değiştirmelerine, hiçbir şekilde sınırlandırılmadan düşüncelerini açıklamalarına ve çıkarımda bulunmalarına izin verilmiştir. Verilerle uyuşmayan çıkarımlarını tekrar düşünmeleri istenirken, bunun dışındaki durumlarda esnek davranılmıştır. Ayrıca yarı-yapılandırılmış mülakatlarda öğrencilere uygulanmış olan açık uçlu bilimin doğası anketine verdikleri yanıtların bir kopyası öğrencilere verilerek, bu sorulara verdikleri yanıtları ayrıntılı olarak açıklamaları istenmiştir. Bu anket sorularına verdikleri cevapları açıklamaları istendiğinde, serbestçe kendilerini ifade etmelerini, yanlış bilgi ya da düşünceye sahip olsalar da açıklamalarını ayrıntılı ve derinlemesine belirtmeleri istenmiş; araştırmacı tarafından bu yanıtlara müdahale edilmemiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar ve etkinliklerin tamamı video ile

kaydedilmiş; davranışları, kendilerinden ne kadar emin olarak soruları yanıtladıkları gibi pek çok faktörden bilimin doğası profilleri oluşturulurken yararlanılmıştır.

Her bir etkinlikte vurgulanmak istenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar, etkinlikten önce belirlenmiştir. Buna göre her bir etkinliğin yoğunlaştığı bilimin doğasına ilişkin unsurlar birbirinden farklıdır ancak kesişmekte olan unsurlar da içermektedir. Tasarlanan bu etkinliklerin konusu, içeriği, hangi konudan önce ya da sonra yapılması gerektiği, uygulanışı sırasıyla Ekler kısmında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.4.1 Etkinlik 1

Bu etkinlikte öğrencilerin bilimsel modellerin eldeki verilerden yola çıkarak bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturulan, bilimsel bilginin daha iyi anlaşılması için kullanılan kolaylaştırıcı araçlar oldukları ve gerçeğin birer kopyası olmadıkları vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ve çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğasıdır.

Bu etkinlikte amaçlananlar ise:

- Bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığının, pozitif ve negatif yanlarının olduğunun kavranması
- Bilim insanlarının bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmasının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük katkısı olduğunun kavranmasıdır.

Etkinlik 1, ilk ünite olan Manyetizma'nın "Manyetik Alan, Alan Çizgileri, Alan Şiddeti" adlı konusu işlendikten sonra yapılacağı için, öğrencilerin teorik olarak manyetik alan çizgilerinin ne olduğunu ve özelliklerini bilmeleri gerekmektedir. Etkinlik 1, öğretmen tarafından öğrencilere bir gösteri deneyi şeklinde sunulmuş 45 dakikalık bir ders saati içerisinde yapılmıştır. İlk olarak "Bilimsel modellerin ne işe yarar?" sorusu sorulup, varsa öğrencilerin bilimsel modeller hakkındaki ön bilgileri açığa çıkartılır. Daha sonra EK-3'te Şekil 1.1'de kutupları belli olmayan bir mıknatısın

üzerine yerleştirilen cam levha üzerine demir tozu serpilerek, neler gördüklerini ve demir tozunun dağılımına neden olan etki sorulur. Öğrenci görüşleri alındıktan sonra, gerekli yerlerde öğrencilere ipuçları verilerek gözlemi ve bu olaya neden olan sebebi açıklamaları sağlanır. Cevaba ulaşamadıklarında ise yaptıklarının bir gözlem olduğu, sonucunda nedenini açıklamaları ise bir çıkarım olduğu belirtilir. Böylece gözlem ve çıkarım arasındaki fark belirtilecektir. Bu durumu açıkladıktan sonra, gözlemlediklerini verilen boş bir kağıda basitçe çizmeleri istenir. Basitçe çizilmesinin nedeni, manyetik alan çizgilerine ait bir modeli kendilerinin oluşturmasını sağlamaktır. Öğrencilerin EK-3'te Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'deki durumları karşılaştırarak "Manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan girip hangi kutba gittiğine dair bir gözleminiz var mı?" sorusu sorulur. Öğrencilere verilen şekillerde manyetik alan çizgilerinin kutuplardan birinden diğerine doğru gittiği yönü belirten herhangi bir işareti gözleyemedikleri sonucuna ulaşmaları istenir. Mıknatısın oluşturduğu manyetik alanın yönünün bilimsel bir kabul olduğu noktasına ulaşılmaya çalışılacaktır. Önceden cam parçası üzerinde serpilen demir tozlarının miktarı arttırılıp, kutupları belli olmayan mıknatıs yerine, belli olan çubuk mıknatıs konulur. Öğrencilere tekrar "manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan çıkıp hangi kutba gittiğini gözlemleyip gözlemleyemedikleri" sorusu sorulur. Öğrenciler derste öğrendikleri teorik bilgiye dayanarak manyetik alan çizgilerinin mıknatısın dışında N (kuzey)'den S (güney)'ye doğru olduğunu söylemeleri beklenmektedir. Bundan sonra gözlemleyemedikleri olay hakkında nasıl bu kadar emin oldukları sorulur. Bilim insanları manyetik alan çizgilerinin mıknatıs dışındaki yönelimi konusunda, N'den S'ye doğru olduğunu ortaya arttıkları bilgisine ulaşmaları istenmektedir. Demir tozu miktarı azaltılıp tekrar kutupları bilinmeyen mıknatıs camın altına yerleştirildiğinde, "demir tozları arasında boşluklar olduğu ve bu demir tozu bulunmayan alanda manyetik alanın olup olmadığı" sorusu sorulur. Öğrenci görüşleri alındıktan sonra, kağıda çizmiş oldukları kendi modellerine bakarak tartışmalar yapıldıktan sonra, bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı, bilim insanlarının eldeki verilere dayanarak bir doğa olayını daha kolay açıklamada yaratıcılıklarından da yararlanarak kullandıkları araçlar olduğu vurgulanmalıdır. EK-3'te Şekil 1.3'de oluşturulacak durumla kutupları belirli olan çubuk mıknatıs cam levhasının altına, herhangi bir kutba dik olacak şekilde yerleştirilir. Demir tozları serpilerek "neler gözlemliyorsunuz?" sorusu sorulur. Ayrıca öğrencilere verilen demir

tozu, cam ve mıknatısla manyetik alan çizgilerinin üç boyutlu olduğunun gözlemlenmesi amaçlanır. Böylece bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı, pozitif ve negatif yanlarının olduğu vurgulanmıştır. Etkinliğin sonunda öğrencilerin etkinlikle ilgili fikir ve düşüncelerini yazarak yansıtmalarda bulunmaları için yansıtıcı yazılar yazmaları istenir ve basit modellerini çizdikleri kağıtlarla birlikte yansıtıcı yazılar da toplanarak etkinliğin değerlendirilmesi amacıyla kullanılır.

3.3.4.2 Etkinlik 2

Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanının çalışma şartlarını ve bilim insanına ait olan özellikleri anlamaları amaçlanmaktadır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası
- Bilimsel bilginin deneye dayalı doğası
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Etkinlikte amaçlanan ise:

- Öğrencilerin bir bilim insanının nasıl çalıştığını anlaması
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğini kavratma
- Bilimsel modellerin bilim insanlarının eldeki veriler yardımıyla bir doğa olayını açıklamada yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturdukları yardımcı araçlar olduklarını kavratma
- Bilim insanları bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmasının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavratma
- Bir doğa olayını sadece gözlemlenerek bilimsel bilginin ortaya çıkmadığının gerekli koşullar oluşturularak ve deneyler yapılarak açıklanmaya çalışıldığını anlama

- Bilim insanlarının tek başına değil, diğer bilim insanlarıyla beraber çalıştığı ve etkileşimde bulunduklarıdır.

Bu etkinlik "Manyetik Geçirgenlik" konusu işlendikten sonra yapılacağı için öğrencilerin ferromanyetik, paramanyetik ve diyamanyetik maddelerin özelliklerini bilmeleri gerekmektedir. Etkinlikte eldeki araçlara göre projeksiyondan yararlanılarak ya da çıktı alınarak EK-4'te Tablo 2.1 öğrencilere gösterilir. EK-4'te Tablo 2.1'de A, B, C ve D adıyla bazı maddelerin birbirine yaklaştırıldığında ne gibi olayların meydana geldiği gösterilmektedir. Öğrencilerden tabloyu incelemeleri istenir. İncelemeleri için yeterli süre verildikten sonra A, B, C ve D maddelerinin ne olduğuna dair tahminde bulunmaları istenir. Gözlemledikleri ancak ayrıntılarını bilmedikleri bir olay hakkında eldeki verilerden yola çıkarak tahminde bulunmaları istenmiştir. Bu maddenin ne olduğuna dair fikirleri alındıktan sonra nedenini açıklaması istenir. Yaptıkları işlem hakkında bilgi vererek, gözlem ve çıkarım arasındaki farkı belirtmeleri istenmektedir. Daha sonra EK-4'te Tablo 2.1'de yer almayan bir bilgi, B maddesi C'ye yaklaştırıldığında ne olacağı hakkında bilgi vermesi istenir. Böylece öğrencilerin bir bilim insanı gibi elde edilen verilerin ışığı altında, gözlemleyemedikleri bir durum için tahminlerde bulunmaları sağlanacaktır. Öğrencilere birer adet çubuk mıknatıs, bakır, demir, alüminyum, tahta gibi çubuklardan yararlanarak; A, B, C ve D'nin ne tür maddeler olduklarını söylemeleri istenir. Deney verilerine neden ihtiyaç duyulduğu tartışılarak bilimsel bilginin üretilmesinin deney ve gözlemlerden elde edilen verilere dayandığı açıklanır. Ayrıca bu maddenin ne olduğuna dair bir model oluşturdukları tekrar belirtilmelidir. Oluşturdukları modelleri birbiriyle paylaşarak, bilim insanlarının da diğer bilim insanlarıyla etkileşim halinde oldukları ve birlikte çalışabilecekleri vurgulanır. Paylaşımlarından sonra, aynı verilerden yola çıkarak varsa farklı modelleri nasıl oluşturdukları üzerinde durulur. Böylece bilimsel bilginin subjektifliğiyle yaratıcı doğası üzerinde durulur. Etkinliğin sonunda çubukların içerisinde hangi maddeden yapıldığı açıklanmaz. Öğrencilere gerçekte maddelerin ne olduğu hakkında bilgilerinin olup olmadığı sorulduğunda, bilgilerinin olmadığını belirteceklerdir. Modellerinde ise A, B, C ve D maddesinin ne olduğunu sorulduğunda, nasıl kendilerinden bu kadar emin oldukları sorulabilir. Öğrencilerin soruları yanıtlamaları beklendikten sonra bilimsel modellerin özellikleri açıklanır. Öğrencilerin tüm tahminlerini, çizimlerini kendilerine verilen kağıda yapmaları istenir. Bu kağıda etkinlik hakkındaki fikirleri ve ne öğrendiği

hakkındaki yazısı da eklendikten sonra toplanır ve Etkinlik 2 bir ders saati içerisinde etkinlik tamamlanır.

3.3.4.3 Etkinlik 3

Bu etkinlikte öğrencilerin bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmayıp, bilim insanlarının eldeki verilerden yola çıkarak, yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilginin daha iyi anlaşılması için kullandıkları kolaylaştırıcı araçlar oldukları vurgulanacaktır. Bilimsel bilginin kesin olmayan doğası, subjektifliği ve gelişen teknoloji ve yeni verilerle bilimsel bilginin değişebileceği üzerinde de durulacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Bilimsel modellerin rolü
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğasıdır.

Etkinlikte amaçlanan ise:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünüp, yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanarak bilimsel bilgi üretmeye çalışmalarını sağlama
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün yanında, elde edilen yeni veriler ve gelişen teknolojiyle tekrar yorumlanarak değiştiğini, geliştiğini kavratma
- Bilim insanlarının eldeki verilere dayanarak, gözlemleri sonucundaki çıkarımlarıyla doğayı anlamak için bilimsel modeller oluşturduğunun anlaşılması amaçlanmaktadır.

Etkinlik 3, "Akımın Manyetik Etkileri" konusundan sonra yapılacağı için öğrencilerin elektrik akımının da manyetik alan oluşturduğunu, ferromanyetik maddenin ne olduğunu ve yüksek sıcaklıklarda gösterdiği özellikleri biliyor olmaları gerekmektedir. Bu etkinlikte öğrenciler için üç adet zarf hazırlanmıştır. Zarflar sırasıyla dağıtılarak bilimin doğası hakkındaki unsurlardan bazıları tartışılıp, açıklamalar yapılarak verilmeye çalışılacaktır. Öğrencilere Zarf 1 dağıtılarak açmaları istenir.

İçerisinde yer alan ve EK-5'te Şekil 3.1'de verilen Dünya etrafındaki manyetik alanı gösteren şekli açıklamaları istenir. Buradaki amaç öğrencilerin şeklin neye ait olduğunu kavramaları ve etkinliğe katılımlarını sağlamaktır. Öğrencilere Şekil 3.1'e bakarak "gerçekte Dünya etrafında bu çizgilerin var olup olmadığı" sorusunu yanıtlamaları istenir. Eğer olmadığı söylenirse, neden bu çizgilerin çizildiği ve bilim insanlarının neden buna ihtiyaç duydukları sorulabilir. Öğrencilerin verdiği yanıtlara göre tartışılarak bilimsel modellerin doğa olaylarını açıklamak için bir kolaylık olduğu ve gerçeğin birer kopyası olmadığı üzerinde durulacaktır. Öğrencilere "Dünyanın manyetik alanının kaynağı nedir?" sorusu sorulur. Bu soruyla öğrencilerin Dünya'nın manyetik alanının kaynağı hakkında ön bilgilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Öğrencilere Zarf 2 dağıtılır. İçerisinde yer alan ve EK-5'te Şekil 3.2'de verilen okuma parçasını okumaları istenir. Bu parçadan yola çıkarak ne gibi yeni bir bilgi elde ettikleri sorulur. Öğrencilere Şekil 3.2'deki parçadan edindikleri yeni veriler ışığı altında, Dünya'nın manyetik alanının kaynağının ne olacağı hakkında tekrar bir tahminde bulunmaları istenir. Burada öğrencilere elde edilen yeni verilerle birlikte bilimsel bilginin subjektifliğini, değişebildiğini ve güncelliğini kavratılması amaçlanır. Ders kitaplarında yer alan açıklamanın güncel bir bilgi olmadığını göreceklerdir. Öğrencilere Zarf 3 dağıtılır. Öğrencilerden Zarf 3 içinde yer alan ve EK-5'te Şekil 3.3'te verilen parçayı okumaları istenir. Zarf 3 içerisinde bilim insanlarının Dünya'nın manyetik alanı hakkında sundukları modeller verilir. Burada gelişen teknoloji ve elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilginin tamamen değişebildiği ya da gelişebildiği üzerinde durulur. Böylece bilimsel bilginin subjektifliği açıklanmaya çalışılır. Etkinlik 3, bir ders süresi olan 45 dakikada tamamlanmış ve yansıtıcı yazılar toplanarak bitirilmiştir.

3.3.4.4 Etkinlik 4

Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanlarının çalışma şartlarını ve özelliklerini anlamaları amaçlanmaktadır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası

- Bilimsel bilginin deneye dayalı doğası
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı
- Bilimsel teori ve kanunların özellikleridir.

Etkinlikte amaçlanan ise:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak değişkenleri gözlemlemeleri, verileri kaydetmeleri ve bir çıkarımda bulunmalarının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavratma
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğini kavratma
- Bilim insanları bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmalarının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavratma
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün yanında, elde edilen yeni veriler ve gelişen teknolojiyle tekrar yorumlanarak değiştiğini, geliştiğini kavratma
- Bilimsel bilgiyi üreten bilim insanlarının yaşadıkları sosyal ve kültürel çevreden etkilenebileceklerinin kavratmaktır.

Etkinlik 4, Elektromanyetik İndüksiyon ünitesine geçildikten hemen sonra konu işlenmeden yapılacak ve öğrencilerin yasalara kendilerinin ulaşmasına çalışılacaktır. Bu nedenle etkinlik, iki ders süresi olan 90 dakikada gerçekleştirilmiştir. Ek-6'da Şekil 4.1'de verilen bobin, mıknatıs, miliampermetre ve kablolardan kurulan bir deney düzeneğinden yararlanılarak, öğrencilere EK-6'da 4.2'de verilen Değerlendirme Formu'nun, her biri tarafından doldurulması istenir. Öğrenciler formu doldurmak için değişkenleri değiştirerek sonuçlarını gözlemler ve kaydeder. Öğrencilerin ilk olarak bireysel çalışması istenir ancak yeterli deney malzemesi yoksa grup kurmalarına izin verilebilir. Fakat formu sadece kendilerinin doldurması istenir. Yaptıkları gözlemlere dayanarak bir çıkarımda bulunmaları istenir. Gözlem ve çıkarımın farklı türden bilgiler olduğu ve bir çıkarımda bulunmanın büyük bir yaratıcılık ve hayal gücüne bağlı olduğu vurgulanır. Öğrencilerin bir bilim insanı gibi gözlem yapıp çıkarımda bulunmaları ve eldeki verilere dayanarak tahminler yapmaları istenir. "Çıkarımlar paylaştıktan sonra

diğer arkadaşlarının görüşlerinden etkilenerek, görüşünü değiştirmek isteyen varsa nedeni" sorulur. Çıkarımlarında diğer arkadaşlarıyla -varsa- farklılığın nedenlerinin tartışılması istenir. Öğrencilerin çıkarımlarını diğer arkadaşlarıyla paylaşmaları ve bilgi alış-verişinde bulunmalarına izin verildikten sonra, deneyin Faraday tarafından yapıldığı ve bu verilere dayanarak indüksiyon yasasını ortaya koyduğu açıklanacaktır. Öğrencilerden defterlerine ilk olarak manyetik akı kavramının ne olduğunu ve açıklamaları yazmaları istenir. Aslında doğada akı kavramının olmadığı, bilim insanlarının bir doğa olayı olan indüksiyonu daha kolay açıklamak için manyetik akı kavramını türettikleri açıklanır. Burada bilim insanlarının bir doğa olayını açıklamak ve bilimsel bilgi oluşturmak için kısmi olarak yaratıcılık ve hayal gücünden yararlandıkları vurgulanır. Faraday'ın indüksiyon yasası açıklanır. Daha sonra ise bu verileri tekrar yorumlayan Lenz'in, indüksiyon yasası ile oluşan indüksiyon akımının yönünü açıkladığından bahsedilir. Faraday'dan önce, elektromanyetik indüksiyonun açıklandığı deney düzeneğini farklı olarak kuran ve EK-6'da Şekil 4.3'te verilen Colladon'un bilim tarihinde indüksiyon yasasıyla birlikte anılmadığını açıklayan okuma parçasının okunması istenir; bilimsel bilginin subjektifliği ile sosyal ve kültürel yapısı vurgulanır. Bilimde şans faktörünün de önemli olduğu fakat ne kadar şanslı olunursa olunsun, bilimsel bilgiyi üretmede eldeki verilerin mantıklı bir şekilde bir araya getirilmesinin, deney düzeneğindeki değişkenlerin belirlenmesinin önemi ve bunun da bilimsel bilgiyi üretmede etkili olacağı vurgulanmalıdır. Öğrencilerden gözlem formları, zarflardaki bilgiler ve yansıtıcı yazılar toplanarak etkinlik bitirilir.

3.3.4.5 Etkinlik 5

Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanının çalışma şartlarını ve bilim insanına ait olan özellikleri anlamaları amaçlanmaktadır. Bilim insanlarının gözlemledikleri ancak ayrıntılarını bilemedikleri olaylarda, eldeki verilere uygun olarak yaratıcılıklarını kullanıp modeller oluşturduğu ve modellerin zamanla yeni veriler ışığında ya da olayı daha iyi açıklayan modeller kurularak, modellerin yenileriyle değişebildiği vurgulanacaktır. Etkinlikte ayrıca, bir hipotezin nasıl oluştuğunun yanında,

gözlem yapma, veri toplama, sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerileri de kazandırılmış olunacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı ve hayalci doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğasıdır.

Etkinlikte amaçlanan ise:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünüp, yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanarak bilimsel bilgi üretmeye çalışmalarını sağlamak
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının hayal ve yaratıcılığının yanında, elde edilen yeni verilerle, gelişen teknoloji ile tekrar yorumlanarak değiştiğini ve geliştiğini açıklamak
- Bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı ve bilim insanlarının bir doğa olayını açıklamada yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturduğu yardımcı araçlar oldukları kavratmak
- Bilim insanlarının bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmasının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavratmaktır.

Etkinlik 5, İndüksiyon Akımının Yönü (Lenz Yasası) adlı konu işlendikten sonra yapılacağı için öğrencilerin Lenz Yasası'nı teorik olarak biliyor olmaları gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerden bir hipotez oluşturmaları istendiğinden, etkinliğe başlanmadan önce hipotezin ne olduğunu ve nasıl yazıldığını açıklayan kısa bir sunu yapılması gerekebilir. Etkinlikte önceden hazırlanması gereken düzenek EK-7'de Şekil 5.1'de verilmiştir. Tüm öğrencilerin görebileceği şekilde düzenek bir masanın üzerine konulur. Öğrencilerden düzenek ile yapılan deneyi dikkatli olarak gözlemlemeleri istenir. Kutunun dışında bulunan anahtar kapatıldığında kutunun üzerindeki delikten metal halkanın fırladığını göreceklerdir. Kutunun içerisinde ne olduğunu görememeleri öğrencilerin gerçekte kutuda ne olup bittiğini bilmelerine engel olmaktadır. Kutunun içerisinden bir halkanın fırlaması, öğrencilerin ilgisini çeken bir doğa olayını

oluşturacaktır. Bu kutudan yararlanarak öğrenciler olayı gözlemleyecek ve bu olayı açıklayan bir hipotez kuracaklardır. Oluşturacakları hipotezleri ve istenen bilgileri kendilerine verilen EK-7'de Şekil 5.3'deki "Değerlendirme Formu"na yazacaklardır. Değerlendirme Formu içerisinde dört soru bulunmaktadır. Bu olayı açıklayan modelin ilk basamağı geçerli bir hipotez kurmaktan geçer. Bu nedenle öğrencilerden hipotezlerini açıklayan deney yapmaları istenir. Burada hipotezin "kanıtlandığı mı yoksa desteklendiği mi?" üzerinde durulacaktır. Öğrenciler kurdukları hipotezleri diğer arkadaşlarıyla paylaşarak bilgi alış-verişinde bulunacaktır ve eğer kurdukları modellerde farklılık varsa, bilimsel bilginin subjektifliğiyle, yaratıcılık ve hayal gücüne bağlı olduğu vurgulanacaktır. Değerlendirme formunun son sorusu bir model oluşturma ve test etme aşamasıdır. Hipotezlerine uygun olarak mekanizmanın nasıl çalıştığını açıklamaları ve çizmeleri istenir. Öğrencilere "Eğer kutunun içerisinde nasıl bir mekanizma olduğunu göremiyorsak, gerçekte ne olup bittiğini bilebilir miyiz?" sorusu sorulur. Oluşturdukları modellerin gözlemledikleri doğa olayının birebir kopyası olmadığı, sadece o olayı açıkladığı sürece kabul edildiği vurgulanmalıdır. Öğrencilerin bir doğa olayını gözlemleyerek, bu olayın nedeni hakkında bir hipotez oluşturmada zorlanabileceklerinde, etkinliğin iki ders saati süresi olan 90 dakikada yapılması önerilmiştir. Öğrencilerden değerlendirme formları ve yansıtıcı yazılar toplanarak etkinlik bitirilir.

3.3.4.6 Etkinlik 6

Bu etkinlikte öğrencilere bilimin ne olduğu, bilim insanlarının ne gibi özelliklere sahip olduğu ve bir çalışmanın nasıl "bilimsel" sayıldığı üzerinde durulacaktır. Ayrıca bilimsel bilginin değişebilir, subjektif ve kesin olmayan doğasının özellikleri verilmeye çalışılacaktır. Bilim insanlarının da çevrelerinden ve sosyal ve kültürel yapıdan etkilenerek bilimsel çalışmalarda bulundukları vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı ve hayalci doğası
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı

- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Teori ve kanunların özellikleri

Etkinlikte amaçlanan ise:

- Bilimin ve bilim insanlarının özelliklerinin
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğinin
- Bilimsel bilgiyi üreten bilim insanlarının yaşadıkları sosyal ve kültürel çevreden etkilenebileceklerinin
- Bilim insanlarının tek başına değil, diğer bilim insanlarıyla beraber çalıştığı, etkileşimde bulunduklarının
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının hayal ve yaratıcılığının yanında, elde edilen yeni verilerle, gelişen teknoloji ile tekrar yorumlanarak değiştiğini ve geliştiğinin
- Bütün bilimsel çalışmalarda kullanılan tek bir yöntemin olmadığını, bilim insanları çalışmalarında bilimsel metodun dışında pek çok farklı yolla bilimsel bilgiye ulaşabileceğinin kavranmasıdır.

Öğrencilerin "Öz-indüksiyon" konusundan önce olan, elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkileri açıklayan bilim insanlarının oluşturdukları yasaları biliyor olmaları gerekmektedir. Etkinlikte EK-8'de Şekil 6.1'de verilen parçayı öğrencilerin okuması istenir. Okuma parçasında Oersted, Romognosi, Henry, Maxwell ve Faraday adlı kişiler hakkında bilgiler verilmektedir. Daha sonra Ek Şekil 6.2'de verilen "Değerlendirme Formu"nun doldurulması istenir. Bu cevaplar üzerinden sınıfta bir tartışma ortamı hazırlanarak her bir cevap üzerinde durulup, amaçlanan bilimin doğasına ilişkin unsurun açığa çıkması için çalışılır. Etkinlik iki ders saat süresi olan 90 dakikada tamamlanmıştır. Değerlendirme formları ve yansıtıcı yazılar toplanarak etkinlik bitirilmiştir.

3.3.5 Yansıtıcı Yazılar

Etkinliklerin araştırmacı tarafından uygulanmasına başlanmasından itibaren, bazı etkinliklerin sonrasında öğrencilerden uygulanan öğretim etkinlikleri hakkındaki genel

düşüncelerini içeren bir yazı yazmaları istenmiştir. Öğrencilere bu açıklama dışında bir yönerge verilmemiş ya da bir örnekle açıklanmamıştır. Öğrencinin etkinlik bitiminden sonra yazdığı bu yazılarda, yapılan etkinlikte açığa çıkartılmak istenen bilimin doğasına ilişkin unsurla bağlantı kuruşu ve bu unsuru nasıl vurguladığı incelenmek istenmiştir. Araştırmanın tamamlanmasından sonra her bir öğrencinin, yazdığı yansıtıcı yazılar incelenerek, öğrencilerin etkinliklerle ilgili ne öğrendikleri açıkça incelenmek istenmiştir. Öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı yazılar, anket verilerinden sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemiyle öğrencilerin bilimin doğası profilleri oluşturulurken ve etkinliklerin değerlendirilmesinde yararlanılmıştır. Çalışmanın uygulanmasına geçilmeden önce tüm etkinliklerden sonra öğrencilerin etkinlik hakkındaki düşüncelerini açıklayan bir yansıtıcı yazı yazması planlanmışken, uygulamalarda ise birinci, üçüncü ve dördüncü etkinliklerde yansıtıcı yazılar edinilebilmiştir.

3.3.6 Mülakat Yöntemi

Bilimin doğasının değerlendirilmesi amacıyla alanyazında kullanılan ölçme araçlarının içeriği ve ne şekilde uygulandıkları ile ilgili aldıkları eleştirilerde önemli noktalardan biri; çoktan seçmeli sorulardan oluşan ölçme araçlarının, ankete cevap verenleri bilimin doğasıyla ilgili bazı görüşleri kabul etmeye zorladığı için etkili olmadığıdır. Açık-uçlu maddelerden oluşan bir anket, öğrencilerin bilimin doğasının temel unsurlarıyla ilgili sahip oldukları gerçek görüşleri ve özellikle de bu görüşlerinin altında yatan gerekçeleri açıkça ortaya koymaları için önemli bir fırsattır (Lederman, Wade ve Bell, 1998). Çalışmada kullanılan bilimin doğası anketi (VNOS-C) açık uçlu sorulardan oluşan bir ankettir ve araştırmacı tarafından bu eleştirinin önüne geçmek için seçilmiştir. Fakat çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki profillerini daha sağlıklı olarak ve anketteki soruların ne kadar anlaşıldığını belirleyebilmek amacıyla bireysel mülâkatlardan da yararlanılması gerektiği düşünülmüştür. Bilimin doğası anketi, araştırmacı tarafından tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan bir hafta önce ve uygulandıktan bir hafta sonra ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra her bir öğrenciye anketteki sorular, yanıtlarını daha derinlemesine açıklamaları için yapılan mülakatlarda tekrar sorulmuştur. Böylece

bilimin doğası kavramlarına öğrencilerin yükledikleri anlamlar net bir şekilde ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Yapı bakımından bu mülakatlar yapılandırılmamıştır. Yapılandırılmamış mülakatta görüşme tamamen esnek ancak amaçlıdır. Öğrencilere ön testin uygulanmasından sonra, bu teste verdikleri yanıtları içeren bir kopya verilerek, yanıtları hatırlatılmış ve mülakata başlanmıştır. Yanıtlarını okumalarına izin verildikten sonra "Cevabınızı biraz daha açıklar mısınız?", "Burada ne demek istediniz?", "Verdiğiniz örneği biraz daha açıklayabilir misiniz?" gibi yönlendirici olmayan ve o maddede incelenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkında öğrencinin sahip olduğu görüşün açık bir şekilde ortaya konulması amaçlayan sorular sorulmuştur. Tüm görüşme sırasında öğrencinin mülakata olan ilgisini ve konuşma isteğini arttırmak için sabırlı bir şekilde, yönlendirme yapılmadan ya da cevaplarında düzeltmeye gidilmeden sadece açıklamaları dinlenmiştir. Tüm görüşmeler öğretim etkinlikleri gibi videoya kaydedilmiştir.

3.4 Verilerin Analizi

Çalışmada beş kişilik öğrenci grubuna bilimin doğası profillerini tespit etmek için ön test ve son test olarak uygulanan ve 10 maddelik açık-uçlu sorulardan oluşan bilimin doğası anketi uygulanmıştır. Bu ankete verdikleri yanıtlarla beraber yapılandırılmamış mülakat görüntüleri beraber incelenerek bilimin doğası hakkındaki profillerine karar verilmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası profillerini belirlemek için sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz ilk kez Glaser ve Strauss (1967) tarafından ortaya atılmış ve sosyolojide kullanılmış, daha sonra ise çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Ekiz, 2003).

Sürekli karşılaştırmalı analiz yönteminde öğrencilerin ankete verdikleri yanıtlarla birlikte mülakat görüntüleri ile bilimin doğası profilleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu incelemede öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri, ankette incelenmek istenen bilimin doğası unsuruna göre çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları görüşlerin kategoriye koyulmasıyla ilgili puanlama kuralı, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinde sürekli bir değişim olduğu kavramı üzerine

kurulmuştur (Khishfe ve Lederman, 2003; Akt: Küçük, 2006). Bu kategorilendirme zayıf, değişken ve yeterli olarak yapılmıştır. Bu yöntem, Khishfe (2004) tarafından yapılan bir çalışmada da kullanılmıştır.

Öncelikle bilimin doğası anket maddelerinde hangi bilimin doğasına ilişkin unsurun hangi madde içerisinde incelendiği belirlenmiştir. Buna göre öğrencilerin okul öncesi dönemden üniversiteye kadar aldıkları eğitimde kazanması beklenen unsurların, bilimin doğası anket maddelerinde dağılımı şu şekildedir:

Tablo 3
Bilimin Doğası Anketinde Vurgulanan Unsurların Analizi

Etkinliklerde kazandırılmak istenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar:	**Bilimin doğasına ilişkin unsurun vurgulandığı madde:**
Bilimin kesin olmayan doğası	1, 3, 4
Bilimin deneysel doğası	1, 2, 3, 7
Bilimin öznel (teori yüklü) doğası	6, 8
Bilimin yaratıcı ve hayalci doğası	6, 7, 8, 9, 10
Bilimin sosyal ve kültürel doğası	9
Bilimin çıkarıma dayalı doğası	6, 8
Bilimsel teori ile yasanın farkı	5
Bilimsel modellerin rolü	6

Tablo 3'de görüldüğü gibi bir bilimin doğasına ilişkin unsurun birden fazla anket maddesinde vurgulandığı görülmektedir. Tabloda yer alan ilk yedi unsur; uluslararası eğitim dokümanlarında yer almaktadır. Bu dokümanlarda yer almayan fakat üniversite eğitimine kadar öğrencilerden kazanılması beklenen ve araştırmacı tarafından da etkinliklerde kazandırılmaya çalışılan "bilimsel modellerin rolü" ve "gözlem ve çıkarım arasındaki fark" unsuru da incelenmiştir. Bilimsel modellerin rolü için tabloda görüldüğü gibi, bilimin doğası anketinin altıncı sorusunun analizinde öğrencilerin bu unsur hakkındaki düşünceleri açığa çıkartılmaya çalışılacaktır. Bilimin doğası anketinde yer almayan fakat birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci etkinliklerde kazandırılmak istenen "gözlem ve çıkarım arasındaki fark" unsuru ise bu etkinliklerin video

görüntülerinden, etkinliklerde yapılan çalışmalardan ve yansıtıcı yazılardan yararlanılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Her bir incelenmek istenen unsura göre maddelere verilen yanıtlar incelenmiştir. İncelenmek istenen herhangi bir unsur hakkında ilgili olan tüm madde/maddelerde öğrencilerin görüşleri açıkça belirtilmişse, bilimin doğası profili "yeterli" olarak belirlenmiştir. Öğrenci incelenmek istenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkındaki görüşlerini anket madde/maddelerinde yeterli olarak sunamamışsa, bilimin doğası profili "zayıf" olarak belirlenmiştir. Ancak öğrenci bazı anket madde/maddelerinde yeterli görüş sunarken, bu unsurla ilgili bir diğer madde/maddelerde sunamamışsa bilimin doğası profili "değişken" olarak belirlenmiştir. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra öğrenci yanıtlarına göre bu analiz gerçekleştirilmiştir. Öğretim etkinliklerinden önce belirlenen bilimin doğası profilleri ile uygulamadan sonraki profilleri karşılaştırılarak, uygulanan etkinliklerin etkisi tartışılmıştır.

Bilimin doğası anketinin analizi yapıldıktan sonra BYTA'nın analizi yapılmıştır. Bu anket araştırmacı tarafından tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmasının öncesi ve sonrasında; ön test ve son test sonrasında uygulanmıştır. Likert tipindeki bu 16 maddelik ankete öğrenciler "Kesinlikle Katılıyorum", "Katılıyorum", "Bir Fikrim Yok", "Katılmıyorum" veya "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklinde cevaplamıştır. Bu cevaplar Küçük'ün (2006) çalışmasında belirtildiği gibi öğrencilerin anketteki her bir soru maddesine verdikleri yanıtlara; olumlu soru maddeleri için 5'den 1'e ve olumsuz soru maddeleri için ise 1'den 5'e doğru puan atanmıştır. Öğrencilerin ilk ve son uygulama sonunda aldıkları ortalama puanlar karşılaştırılmıştır.

Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin değerlendirmesinde: her bir etkinliğin video kayıtları ile öğrencilerin bazı etkinliklerden sonra yazdıkları yansıtıcı yazılar, değerlendirme formları, etkinlikler esnasında tasarladıkları materyaller ve bunları çizdikleri çalışma kağıtları incelenerek yapılmıştır. Ayrıca etkinlikte vurgulanmak istenen bilimin doğasıyla ilgili unsur hakkında bir tartışma ortamı kurularak ne kadar üzerinde durulduğu ya da amaçlara ne kadar ulaşılabildiği açısından bakılacaktır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, bilimin doğası öğretim etkinlikleri ortaöğretim 12. sınıf öğrencilerine uygulanmadan önce, uygulama sırasında ve uygulandıktan sonraki çalışmalarda elde edilen bulgular sunulacaktır. İlk olarak bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce öğrencilere uygulanan bilimin doğası anketi, bilimsel bilgiye yönelik tutum anketi ve yapılandırılmamış mülakatların analizi sunulacaktır. Çalışmanın alt problemlerine uygun olarak bu analiz sonrasında öğrencilerin bilimin doğası profilleri, etkinlikler uygulandıktan sonra elde edilen verilen analiziyle oluşturulan bilimin doğası profilleriyle karşılaştırılacaktır.

4.1 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulanmadan Önce Elde Edilen Düşünceleri

Bu kısımda, çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşünceleri ortaya çıkarmak için yürütülen anket ve mülâkat çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Öğrenciler çalışma boyunca katılımcı olduklarından K_1, K_2, K_3, K_4 ve K_5 şeklinde kodlanarak isimlendirilmişlerdir. Öğrencilerin tasarlanan etkinlikler uygulanmadan önce sahip oldukları bilimin doğası profillerini belirleyebilmek için; bilimin doğası anketine verdikleri yanıtlarla yapılandırılmamış mülakat görüntüleri birlikte incelenmiştir. Öğrencilerden kazanılması beklenen sekiz unsur hakkındaki profilleri yeterli, değişken ve zayıf olarak belirlenmiş ve Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4
Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulanmadan Önce Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceleri

Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar:	**K_1**			**K_2**			**K_3**			**K_4**			**K_5**		
	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z
Bilimin kesin olmayan doğası			X			X			X			X		X	
Bilimin deneysel doğası	X			X			X			X			X		
Bilimin öznel doğası			X			X			X			X		X	
Bilimin yaratıcı ve hayalci doğası		X			X			X			X			X	
Bilimin sosyal ve kültürel doğası			X	X					X	X					X
Bilimin çıkarıma dayalı doğası			X			X			X			X			X
Bilimsel teori ile yasanın farkı			X			X			X			X			X
Bilimsel modellerin rolü			X			X			X			X			X

(Yeterli=Y, Değişken=D, Zayıf=Z)

Bilimin doğası anketinde yer almayan fakat birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci etkinliklerde kazandırılmak istenen "gözlem ve çıkarım arasındaki fark" unsuru ile ilgili öğrencilerin tamamının görüşleri ilk olarak zayıf olarak tespit edilmiştir. Tabloda yer alan her bir unsurun daha detaylı açıklamaları aşağıdaki gibi verilmiştir:

a) Bilimin kesin olmayan doğası

Öğrencilerden K_1, K_2, K_3 ve K_4 'ün bilimin kesin olmayan unsuru hakkında "zayıf" düşüncelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrenciler bilimin kesin olduğunu, birikimli olarak ilerlediğini ve ortaya konulan bilimsel bilgilerin yasalaşarak herkes tarafından kabul edildiğini belirtmişlerdir. Yeni deliller ışığında bilimsel bilginin değişebileceğini ise belirtmemişlerdir. Yalnızca bir öğrenci (K_5) bilimsel bilginin değiştiğini belirtmiş ancak bunu da bilimsel teorinin değişerek yasalara dönüşümünü kastederek açıklamıştır. Bu nedenle bu öğrencinin görüşü "yeterli" olarak değil, "değişken" olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin bilimin ne olduğu ve bilimi din ve felsefe

gibi disiplinlerden ayıranın ne olduğu hakkındaki anketin birinci sorusuna verdikleri yanıtlardan bazıları ise aşağıdaki gibidir:

"Bilim, evreni ve evrende olan olguları düzenli bir şekilde, neden-sonuç ilişkisiyle inceleyip, düzenli bilgi birikimi oluşturmaktır. Bilim, din ve felsefeye göre daha somut ve kesindir. Duygu ve önyargılara yer vermez. Fakat bilim bence din ve felsefeyi kapsar. Bize merak etmeyi, sorgulamayı ve olaylar arasında ilişki kurmayı öğretir." (Anket-K_1)

"Bilimde kesin ve gerçekçi sonuçlar vardır. Bilim evrenseldir, her şey bilimin konusu olamaz ancak her şey felsefenin konusu olabilir." (Anket-K_3)

"Bilim; merak edilen her şeydir. Merak edilen şeyler derken şunu söylemek istedim: Bilim adamları merak duyguları fazla oldukları için, bir bilgiyi araştırmak için bunun öneminden bahsetmek için bunu söyledim. Fizik kesin sonuçlara, deneylere dayalı olabiliyor fakat din bu şekilde değildir, yoruma açık değildir. Yoruma açık olmadığı için sadece kabul etmek zorundayız. Ancak fizikte böyle değildir, yoruma açıktır. Kesin sonuçlara vardırmaya çalışır." (Mülakat-K_5)

b) Bilimin deneysel doğası

Öğrencilerin tamamı deneyin tanımını kendi yorumlarıyla açıklayarak, deneyin bilim için gerekli olduğunu belirtmiştir. Bilimi din ve felsefe gibi alanlardan ayıran en önemli faktörün ise deney olduğunu belirtmişlerdir. Bilimin gelişmesi için ya da bilimsel bilgiyi ortaya koymak için deneyin yapılması gerektiğini açıklamışlardır. Bu nedenle bu unsur için öğrencilerin "yeterli" profile sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin anketin ikinci sorusu olan "Deney sizce nedir?" sorusuyla, anketin üçüncü sorusu olan bilimsel bilginin gelişmesi için deneyin gerekliliğinin sorulduğu soruya verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Deney, kesin bir sonuca varmak için yapılan çeşitli işlemlerdir. Deney bence daha çok sayısal bilimlere özgüdür. Yani, örneğin tarihte deney yapılamaz. Deneyler, doğayı ve olgularını daha iyi anlamamızı sağlar. (Anket-K_1) *Deney bilim için çok gereklidir. Bilimde olayların olunulabilirlik derecesini ölçmektir."* (Mülakat-K_1)

"Deney bir şeyi kanıtlamaktır. Deney gereklidir çünkü deney olmadan bir şeyi test etmeden yorumlamamız imkânsız. En basitinden bir ayakkabı alacağız ayakkabıyı denemeden o ayakkabıyı alamayız." (Anket- K_2)

"Deney: bir bilgiyi, bir tahmini kesin sonuçlara vardırmak için bir araç diyebiliriz. Bilimsel bilginin gelişmesi için deney gereklidir çünkü bir bilimsel bilgi tahminlere dayalı olursa buna karşı bazı insanlar başka düşünebilir. Fakat deney ile bunu kanıtlarsak böyle bir sorun olmaz. (Anket-K_5)

c) Bilimin öznel doğası

Öğrencilerden K_1, K_2, K_3 ve K_4'ün bilimsel bilgiyi oluşturmada çalışmayı yapan kişinin önceki bilgilerine, deneyim ve önyargılarına göre gözlem ve sonuçlarına yansıttığı hakkında yeterli görüşlere sahip olmadıkları belirlenmiştir. Anketin atom modeli hakkındaki altıncı sorusunda ve dinozorların yok oluşuyla ilgili olan sekizinci soruda özellikle bu unsur ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerden bazıları sekizinci soruda aynı delillerden yola çıkarak farklı sonuçlara ulaşan bilim insanlarından birinin hata yaptığını belirtmiştir. Yalnızca bir öğrenci (K_5) düşünce ve yorum farkından bahsetmiştir. Yapılan mülakatta öğrencilerin bilim insanlarının atomun neye benzediği hakkında düşüncelerinde dünyamızdaki cisimlerin şeklinden esinlendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler bilim insanlarının atomu, elektron mikroskobu gibi araçlarla görüldükleri için şeklinin neye benzediğini buradan bildiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ankette dinozorların yok oluşu hakkında farklı sonuçların ortaya çıkışının sorulduğu sekizinci ve bilim insanlarının atomun neye benzediğine nasıl karar verdikleri hakkındaki altıncı soruya verdikleri yanıtlarından bazıları aşağıdaki gibidir:

"Sonuçta bir olay olmuştur. İki bilim adamı da farklı iki sonuca varıyorsa mutlaka birisi yanlıştır. Ayrıca ikisi de yanlış olabilir. Bu bilim adamları bazı varsayımlarla yola çıkmışlardır. Yani 65 milyon yıl öncesinde deney yapılmadığı için bunu tam olarak öğrenemeyiz. Ancak olaylarla ilgili doğada kalıntılar varsa bir fikir edinilebilir. Yani volkan patlaması olduğunda tüfler oluşur. Bunlar incelenebilir." (Anket-K_1)

"Bilim insanlarının teorileri değiştirerek yaptığı deneylerde veya gözlemlerde aynı sonuca vardığı için bu hep böyle kalmıştır. Yarın bu deneyi bende yapsam ulaşacağım sonuç hep aynı olacaktır. (Anket-K_2) *Tüm bilim insanlarının yaptığı deneylerle, sonuçlar aynı çıkmaktadır. Atomun yapısı gözlemlenmemiştir, yorum yaparak bu sonuçlara ulaşmışlardır.* (Mülakat- K_2)

"Önce tahminlerle daha sonra ise kesin sonuçlara varmak için deneylere başvurmuşlar ancak daha atomun içyapısı ile kesin sonuçlara vardıklarını düşünmüyorum. Ve daha da araştırılması gerekir. (Anket-K_5) *Atomun içyapısı hakkında daha fazla bilgi oluşabilir. Atomun yapısı görülmüştür.* (Mülakat- K_5)

d) Bilimin yaratıcı ve hayalci doğası

Öğrenciler bilimsel bilginin oluşturulmasında yaratıcılık ve hayal gücünün bulunduğunu yalnızca onuncu soruda doğrudan sorulduğunda görüş bildirmiş ancak bu unsurun yoklandığı diğer sorularda ise fikirlerini destekleyen herhangi bir görüş belirtmedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle uygulamadan önce bilimin yaratıcı ve hayalci unsuru hakkında öğrencilerin tamamının görüşleri "değişken" olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin anketin bilim insanlarının çalışmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmaları hakkındaki onuncu sorusuna verdikleri yanıtlarından bazıları aşağıdaki gibidir:

"Kullanırlar: çünkü bilim insanlarının, diğer insanlardan farkı ufkunun geniş olmasıdır. Hayal gücü ve yaratıcılıklarını: planlamada, deney yapma, verileri analiz etme vs. gibi tüm konularda kullanırlar. (Anket-K_3) *Hayal gücümüz ve yaratıcılığımız farklı olabilir. Tüm aşamalarda kullanırlar örneğin verileri analiz etmek için ben farklı yorumlarım, başkası ise farklı yorumlar. O yüzden bence hepsinde gereklidir. Örneğin planlama ya da deney yapmada. Deney yapacağını bilirsin ama neler kullanacağına hayal gücünle karar verirsin. Sonuçları açıklamada sayısal veriler varsa yorum gerekli değil."* (Mülakat- K_3)

"Evet kullanırlar. Çünkü bilim için aslında hayal gücü de önemlidir. Eğer bunu gerçekleştirirse insanlığa kanıtlamak amaçla deneylere başvurur." (Anket-K_5)

Öğrencilerin tamamı bu soruya yanıt olarak bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Hangi aşamada kullandığına ise mülakatlarda verdikleri yanıtlarda, emin olmadıkları belirlenmiştir.

e) Bilimin sosyal ve kültürel doğası

Öğrencilerden K_2 ve K_4 bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini kabul ederek mülakatlarda yanıtlarını "yeterli" düzeyde sayılacak kadar açıklamıştır. Ankette

bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıtması hakkındaki dokuzuncu sorusuna öğrencilerin verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bilim bazen bilim insanı realist değilse yani bir bilim insanının özelliklerini taşımıyorsa bu sonuç bilimde oluşan sosyal kültürel hatta bireysel değerleri bile yansıtır. Örneğin şimdi İslam bilim adamlarının her olayı veya bir bilim dalını objektif olarak düşündüklerini düşünmüyorum." (Anket-K_4)

"Bence yansıtıyorlar bazı bilim adamlarına başka bir milletten bizim düşüncemizle onun düşüncesi bir olmaz." (Anket- K_2)

K_1 K_3 ve K_5'in ise anketin onuncu sorusuna bilimin evrensel olduğunu ve sosyal ve kültürel değerleri yansıtmadığını belirtmiştir. Bu görüşte olan öğrencilerin, bu unsur hakkında profilleri ise "zayıf" olarak belirlenmiştir. Bu yanıtlardan bazıları ise aşağıdaki gibidir:

"Bence bilim evrensel olmalıdır. Ama günümüzde bu şekilde değil. Yani ülkemizde evrim araştırması çok hoş karşılanmıyor. Ya da kök hücre çalışmasına kiliseler onay vermiyor. Klonlamaya izin verilmiyor. Yani, bilim evrensel olmalıdır ama ne yazık ki şu an bazı değerlerden etkileniyor." (Anket-K_1)

"Bence kültürel değerleri yansıtmaz. Bilim evrenseldir. Eğer bilimde kültürel değerler olsaydı, ırkçılık olsaydı, zencilere (bilim adamları tarafından) insan değil bile denilebilirdi. (Anket-K_3) Mesela zencilere bilim adamları bizden farklı oldukları için, insan değil diyebilirlerdi. Bilim adamlarının sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmemesi, tarafsız olması gerekir. Bilim adamları tarafsızdır, şüphecidir, meraklıdır, bizden farklı olarak çok zekidirler." (Mülakat-K_3)

"Bilimin evrensel olduğu düşünüyorum çünkü sosyal ve kültürel olursa belirli konular üzerinde durulur ama evrensel olursa her bir merak duygusunu araştırma gereği duyarlar. (Anket-K_5) Eğer sosyal ve kültürel değerlerden bilim adamları etkilenirse, merak duyguları kısıtlı olur. Araştırmalarını sadece kendilerini yükseltmek amacıyla kullanırlar. Ancak evrensel olursa her merak duyulan şeyi araştırma gereği duyarlar. Bu yüzden her bilgiye ulaşabilmek için bilimin evrensel olduğunu düşünüyorum." (Mülakat-K_5)

f) Bilimin çıkarıma dayalı doğası

Çalışmanın başlangıcında öğrencilerin tamamının bilimin çıkarıma dayalı unsuru hakkında yetersiz görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun için bilim insanlarının atomun şekline nasıl karar verdikleri ile ilgili olan anketin altıncı sorusuyla dinozorların yok oluşu hakkındaki farklı sonuçların sorgulandığı sekizinci soruya verilen yanıtlar incelenmiştir. Anketin altıncı sorusuna verilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Çünkü artık günümüzde teknoloji çok ilerledi ve en küçük yapılar bile mikroskopla görülmektedir. İlk çağlarda bilim adamları atomun yapısını araştırmışlar ancak kaynak yetersizliğinden doğru bilgilere ulaşamamışlardır. Ancak bilim günlük değildir ve eski bilgilerde bilimin içinde yer alır. Çünkü bilim birikimli olarak oluşur. Bu bilgiler ispatlanmıştır." (Anket-K_3)

"Bu benim dünyadaki varlığım gibi anlaşılmaz bir şey gibi ancak anlaşılıyor. Var olan bir şeyler üzerinde deneyler yaparak yeni bir şeyler gözlemlemeye çalışıyorlar. Sürekli yaptıkları deneyler sonucunda elde edilmiştir ve gözlemlenmiştir." (Mülakat-K_4)

g) Bilimsel teori ile yasanın farkı

Öğrencilerin tamamının yasa ve teorilerin yapısı hakkında "zayıf" görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bilimsel yasa ile teori arasında nasıl bir fark olduğunu araştıran anketin beşinci sorusuna öğrencilerin bilimsel teorilerin zamanla değişerek yasalara dönüştüğü gibi bir bilgiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan mülakatlarda yaygın olarak belirtilen bu bilimin doğası mitini öğrenciler biyoloji dersinde öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu soruya verilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Evet vardır. Örneğin; evrim bir teoridir. Çünkü Dünyada kabul görmemiştir. Ama yerçekimi bir yasadır. Dünya çapında kabul görmüştür. Fakat teoriler henüz ispatlanamamıştır." (Anket-K_1)

"Kesinlikle vardır. Örneğin evrim teorisi tam anlamıyla ispatlanmamıştır. Bu yüzden herkes tarafından kabul edilmez. Ancak Mendel yasaları ispatlanmıştır ve evrensel bir yasa haline gelmiştir." (Anket-K_3)

"Teori ve yasayı özellikle ayıran budur. Yani fark vardır. Birisi kanun olarak (yani kesin olarak) ispatlamış. Diğeri ise sadece bir bilim insanı veya bilim insanlarının

bir görüşüdür. Örneğin evrim teorisi ve F=ma. (Anket-K_4) Teori tam anlamıyla ispatlanmamıştır. Zaten ispatlanırsa kanun olur." (Mülakat-K_4)

"Teori kesin sonuçlara varmamıştır. Hala yoruma açık olduğunu düşünüyorum. Yasa ise kesin sonuçlara varılmıştır. Artık yoruma açık olmadığını yani kanun olduğunu düşünüyorum." (Anket-K_5)

h) Bilimsel modellerin rolü

Öğrencilerin tümünün bilimsel modeller ve özellikleri hakkında "zayıf" görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bilimin doğası anketinin altıncı sorusunda, bilim insanlarının oluşturdukları atom modelleri hakkında nasıl bu kadar emin oldukları ile ilgili soruda öğrenciler bunu görerek oluşturduklarını, dünyamızdaki çeşitli şekillerden esinlendiklerini ya da çeşitli deneylerle ortaya çıkardıklarını belirtmişlerdir. Mülakat sonuçları ile birlikte yanıtlar incelendiğinde bilimsel modellerin özelliklerine yönelik bilgi veren görüş bildirmedikleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik düşüncelerini öğrenmek üzere etkinliklerin uygulanışından bir hafta önce "Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi" uygulanmıştır. Anketin yanıtları değerlendirildikten sonra, öğrencilerin ortalama aldığı puan X_{ort}=57 (N=5) olarak elde edilmiştir.

4.2 Bilimin Doğası Etkinliklerinin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde öğrencilerin sahip oldukları bilimin doğası profillerini geliştirmek için araştırmacı tarafından tasarlanan altı farklı etkinliğin uygulanışı sırasında elde edilen bulgular sunulacaktır. Bu bulgular etkinliklerin uygulanışı sırasında kaydedilen video görüntülerinden, öğrencilerin aralarındaki diyaloglarından, etkinlikler sırasında doldurdukları değerlendirme formlarından, oluşturdukları modellerden ve yansıtıcı yazılardan yararlanılarak elde edilmiştir. Bu bulgular sayesinde öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkındaki görüşlerine etkinliklerin katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

4.2.1 Etkinlik 1'in Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Bu etkinlikte öğrencilerin bilimsel modellerin; eldeki verilerden yola çıkarak bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanılarak oluşturulan, bilimsel bilginin daha iyi anlaşılması için kullanılan kolaylaştırıcı araçlar oldukları ve gerçeğin birer kopyası olmadıkları vurgulanmıştır. Etkinlik bir ders saati olan 45 dakika içerisinde tamamlanmıştır.

Etkinliğin başlangıcında öğrencilere *"Bilimsel modeller ne işe yarar?"* sorusu sorularak, öğrencilerin bilimsel modeller hakkında varsa ön bilgileri belirlenmeye ve öğrencilerin konuya karşı motive olarak düşünmeye sevk edilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerden gelen yanıtlar sadece dinlenmiş ve cevapları yönlendirmemek için onaylanmamıştır. Bu noktada öğrencilerin tamamına yanıt vermeleri için süre verilmiştir. Fakat uygulama sırasında, bazı öğrenciler yanıt veren arkadaşlarını sadece onaylamakla yetinmişlerdir. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Bizi bilgilendirmeye yarar." (K_3)

"O konu hakkında bizim bilgi almamızı, gerçeğe daha yakın olmamızı sağlar." (K_1)

Kutupları bilinmeyen bir çubuk mıknatıs öğrencilere gösterildikten sonra üzerine bir cam levha koyup camın üzerine az miktarda demir tozu serpildi. Öğrencilere *"Gördüğünüz şekil nedir?"* sorusu soruldu. Öğrencilerin her biri demir tozlarının dağılımını gördüklerini söylemişlerdir. *"Gördüğünüz şekli oluşturan nedir?"* sorusuna ise mıknatısın manyetik alanından etkilenerek bu şekilde demir tozlarının dağıldığını belirttiler. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Demir tozları mıknatıs özelliği kazanmıştır." (K_1)

"Her yerde mıknatısın çekme gücü aynı değil. Uçlarda daha fazla." (K_1)

"Manyetik alanın demir tozlarını etkilediğini görüyoruz." (K_4)

Gerekli yerlerde öğrencilere sorular sorularak gözlemi ve bu olaya neden olan sebebi bulmaya yönlendirildi. Bu sırada öğrnciler ile şu diyalog gerçekleşmiştir:

Öğretmen: *"Manyetik alanı görüyor musun?"*

Öğrenci: *"Demir tozlarındaki kutuplanmayı görüyorum."*

Öğretmen: *"Bu kutuplanmanın nedeni nedir?"*

Öğrenci: *"Mıknatısın iki farklı kutbu vardır ve etrafındaki manyetik alanın farklı şiddettedir."*

Öğrencilere görülen şekil ile bu şeklin nedeninin farklı türden açıklamalar olduğu belirtildi. Bunları nasıl adlandırdıklarını bilip bilmedikleri sorulduğunda ise yanıt alınamadı. Ön testin yanıtları da incelendiğinde öğrencilerin bilimin çıkarıma dayalı unsuru hakkında görüş bildirmedikleri ve bu konu hakkında yetersiz bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle cevaba ulaşamadıklarından yaptıklarının bir gözlem ve bunun sonucunda, bunun nedenini açıklamanın ise bir çıkarım olduğu belirtildi. Daha sonra *"Gözlem ve çıkarım aynı kavramlar mıdır?"* sorusu sorularak farkı anlayıp anlamadıkları yoklanmaya çalışılmıştır.

"Gözlem ve çıkarım aynı değildir." (K_5)

"Önce gözlem yaptık daha sonra ise çıkarımda bulunduk, aynı değiller." (K_3)

Öğrencilere boş birer adet kâğıt dağıtıldı ve gördükleri dağılımı kağıda *basitçe* çizmeleri istendi. Böylece öğrencilerin ayrıntıya girmeden bu doğa olayını basitleştirerek kâğıda aktarmaları sağlandı. Bu kağıtlar etkinliğin ilerleyen aşamalarında kullanılmak üzere korundu.

Öğrencilerden cam üzerindeki dağılıma bakarak *"Manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan girip hangi kutba gittiğine dair bir gözleminiz var mı?"* sorusunu yanıtlaması istendi. Öğrencilerin her biri kutupları belli olmayan mıknatısa bakarak bunu bilemeyeceklerini ifade ettiler. Cevaplardan bazıları:

"Buradan gözlemleyemeyiz." (K_2)

"Her iki kutup da çeker, bu nedenle anlayamayız." (K_4)

Kutupları belli olmayan mıknatıs alınarak, kutupları üzerinde belirli olan çubuk mıknatıs yine camın üzerine yerleştirildi ve camın üzerindeki demir tozu miktarı arttırıldı. Öğrencilere tekrar *"Manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan çıkıp hangi kutba gittiğini gözlemleyebiliyor musunuz?"* sorusu soruldu. Öğrenciler derste öğrendikleri teorik bilgiye dayanarak manyetik alan çizgilerinin mıknatısın dışında N (kuzey)'den S (güney)'ye doğru olduğunu söylediler. Bunun üzerine "*Demir tozları üzerinde manyetik alan çizgilerinin yönünün N'den S'ye olduğunu nasıl biliyorsunuz? Bunu gösteren bir ok ya da olay var mı?"* sorusu soruldu. Öğrenciler ilk anda yanıt veremediler. Daha sonra öğrenciler bunun bir "kabul" olabileceğini belirtmişlerdir.

"Gözlemleyemediğiniz bir olay hakkında nasıl bu kadar emin oluyorsunuz?" sorusuna öğrenciler şu cevaları vermiştir:

"Yasa olduğundan evrenselleşmiştir." (K_3)

"Teori de olabilir." (K_4)

"S'den N'ye olduğunu da söylesek bir şey değişmez ki! Sonuçta bir yönün belirlenmesine ihtiyaç varmış." (K_3)

Bu aşamada bilim insanlarının da demir tozlarının mıknatısın etkisi altındaki dağılımına bakarak aynı gözlemi yapıp, manyetik alan çizgilerinin yönü konusunda N'den S'ye doğru olduğu kabulünü yaptıkları açıklanmıştır.

Daha sonra cam parçası üzerindeki demir tozu miktarı azaltıldı ve demir tozlarının mıknatısın manyetik alanındaki dağılımı işaret edilerek, *"Demir tozları arasında boşluklar bulunmaktadır. Bu demir tozu bulunmayan yerlerde manyetik alan var mıdır?"* sorusu soruldu. Öğrencinin verdiği cevaplar şöyledir:

"Boşluklarda manyetik alan yoktur." (K_2)

"Yoktur çünkü olan yerlerde (demir tozları) daha sık oluyorlar." (K_3)

"Bence manyetik alan vardır." (K_4)

"Bence de manyetik alan vardır ancak zayıftır ve gücü yetmiyor olabilir. Vardır ancak eşit değildir yoksa (demir tozlarının dağılımı) dümdüz olurdu." (K_1)

"Ancak manyetik alan olsa tamamen dağılırdı." (K_2)

"Bence yoktur. Bu nedenle de şekildeki gibi (cam parçasının üzerindeki demir tozları gibi) dağılmışlardır." (K_4)

Öğrenciler kendi aralarında bu konu üzerinde tartışmaya başlamıştır. Öğrenciler "var" ya da "yok" gibi kesin kararları alınana kadar beklenmiş ve tartışmayı yönlendirecek bir müdahalede bulunulmamıştır. Daha sonra öğrencilerden cam parçası üzerindeki demir tozu miktarının arttırılması istenmiştir. Öğrenciler merakla cam parçası üzerine demir tozunu serpmiş ve olayı gözlemlemiştir.

"Ama zaten çok koyarsak o boşluklar azalır." (K_3)

"Demek ki manyetik alan varmış." (K_2)

Boşluklarda da manyetik alan olduğunu kavrayan öğrencilere *"Peki neden manyetik alanı gösteren model bu şekilde çizilmiştir?"* sorusu soruldu. Öğrenilerden kağıtlarına çizdikleri şekilleri incelemeleri istendi. Hepsi manyetik alanı çizgiler şeklinde gösterdiği ve çizgiler arasında boşluk bıraktığı için: "*Neden çizgiler arasını*

boşluk bırakarak çizdiniz? Neden bir kalemle tamamını doldurarak çizmediniz? Bu şekilde ders kitaplarına aktarılabilinir miydi?" sorusu soruldu. Öğrenciler buna *"Gösterimi kolaylaşsın diye"* yanıtını vermişlerdir. Bunun üzerine bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmadığı ve bilim insanlarının bir doğa olayını açıklamak için kullandıkları yardımcı araçlar olduğu hakkında açıklamalar yapıldı.

Çizdikleri modellere bakarak, bu şeklin kaç boyutlu olduğu sorusu öğrencilere sorulmuştur. Öğrenciler kağıt düzlemine çizilen modelin iki boyutlu olduğunu belirtmiştir. İki boyuta çizilen modelin üçüncü boyutunun öğrenciler tarafından incelenmesi için mıknatıs masa üzerine dik olarak konulmuş ve üzerine yine aynı cam parçası yerleştirilmiştir. Üzerine bir miktar demir tozu serpilmiştir. Öğrenciler demir tozlarının sayfa düzlemine dik ve kendilerine doğru olan yönelimlerini görmüşlerdir. "*Mıknatıs etrafındaki manyetik alan çizgilerini gösteren modele baktığımızda iki boyutlu olduğunu görüyoruz. O halde bu model yanlış mıdır?"* sorusu üzerine öğreniler şu cevapları vermiştir:

"Bilim adamları işleri daima kolaylaştırmışlardır. Mesela ben modele baktığımda az çok fikir sahibi olabiliyorum." (K_3)

"Tamamen yanlış değildir, en basit hali belirtilmiş. Aslında boşluklarda manyetik alan olmadığını anlıyordum, (model) o şekilde aktarıyor." (K_1)

"Üç boyutlu nasıl çizilsin ki! Kabartma mı yapsınlar?" (K_4)

Bunun üzerine tekrar bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadıkları, bir doğa olayını aktarmak için basitleştirilmiş araçlar oldukları ancak bu gerçekleşirken de doğa olayını anlatmakta eksik kalabileceği noktalar olabileceği açıklanmıştır. Son olarak öğrencilerden bu etkinlikten ne öğrendiklerini açıklayan yansıtıcı yazı yazmaları istenmiştir. Öğrencilerden modellerini çizdikleri kâğıtlar ve yansıtıcı yazılar toplanarak etkinlik sonlandırılmıştır. Öğrencilerin yansıtıcı yazılarında yazdıkları ise aşağıdaki gibidir:

"Gözlem bir olay hakkında araştırma yapmaktır. Sonuç ise gözlemler bittiğinde vardığımız bilgilerdir. Bilimsel modeller gerçeğin birebir kopyası değildir. Çünkü 3 boyutlu olayları sayfa düzleminde gösteremeyiz. Yani bilimsel modeller gerçeğin basite indirgenmiş halidir. Bilimsel modeller insanı yanlış sonuçlara götürebilir. Ama iyi yanları da vardır. O konu hakkında fikir edinmemizi sağlar. Bu deneyde kutuplar verilmedikçe demir tozlarının hareketlerinden N ve S kutuplarını anlayamayacağımızı

öğrendik. Ayrıca manyetik alanın N'den S'ye doğru olduğunun da, işleri kolaylaştırmak için bilim adamlarının kabul ettiği yön olduğunu öğrendik." (K_1)

"Bilim insanı her zaman kolaya kaçar. Bilim insanlarının gerçekleri bize yansıtmadığını öğrendik. Bize gösterdikleri yani derste öğrendiklerimiz basitleştirilmiş hali ama deney ve gözlemlerle biz bunun gerçeğini öğrendik. Manyetik alan çizgileri arasındaki boşlukta manyetik alan olduğunu ve üç boyutlu olduğunu öğrendik. Manyetik alan çizgilerinin yönü N'den S'yedir. Bu bir kabuldür." (K_2)

"Gözlem: bir olay üzerinde belirli bir fikirlerin oluşması. Çıkarım: bu olaya fikirlerden oluşabilecek sonuçlardır. Bilimsel modeller gerçeği bize tam olarak yansıtmamaktadır. Bu modeller sadece bir kabuldür. Örneğin manyetik alan çizgilerinin N'den S'ye olması bir kabuldür. Bu S'den N'ye de olabilirdi. Bilimsel modellerde iki boyut varken gerçeğinde üç boyut var. Bunun sebebi ise bilimsel modeller daha basitleştirilmesidir. Gösterim kolay olsun diye böyle bir yola başvurmuşlardır. Burada çıkarmamız gereken; bilimsel modellerin bir kabul olduğu, gerçeği tam anlamıyla yansıtmadığıdır." (K_3)

"Yapılan deneyler sonucunda üç boyutlu olan deneylerin kağıt üzerinde iki boyutlu olduğunu vurguladık. Gözlem ve sonuç yaparak manyetik alan çizgileri arasında manyetik alan olup olmadığını öğrendik. Kutbu bilinmeyen bir mıknatıs üzerinde manyetik alanın bilinemeyeceğini öğrendik. Demir tozlarının mıknatıs üzerinde küçük bir hareketini gözlemledik. Manyetik alan çizgilerinin üç boyutlu olduğu gerçeğini biliyor ama iki boyutlu çizildiğini öğrendik." (K_4)

"Bu deneyde gözlemlediğim her verilen bulguların tam olarak doğru olmadığı. Manyetik çizgilerin uçlarda daha fazla görüldüğü, kurallara göre manyetik çizgilerin N'den S'ye olduğunu biliyorduk fakat bu deneyde gördüğümüz manyetik çizgilerin N'den S'ye veya S'den N'ye gidebileceğini gördüm. Ve aslında N'den S'ye denilmesinin bir kabul olduğu görülmüştür. Ve manyetik çizgiler arasında da çizgiler olduğunu öğrendim." (K_5)

4.2.2 Etkinlik 2'nin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Bu etkinlik 45 dakikalık bir ders saati içerisinde tamamlanmıştır. Etkinlikte projeksiyon yardımıyla EK-4'teki Tablo 2.1 duvara yansıtıldı. Öğrencilere A, B, C ve D gibi dört cisin olduğunu ve bu maddelerin birbiriyle olan etkileşimi gözlendikten sonra Ek Tablo 2.1'in oluşturulduğu fakat kendilerinin ise bu maddelerle etkileşemeyeceği açıklanır. Birbirlerine yaklaştırıldığında gerçekleşen olayların neler olduğunu tablodan bilebilecekleri anlatılır ve tabloyu incelemeleri istenir.

Öğrenciler ilk olarak, bu cisimlerinin hareketinin yüklerinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bu aşamada öğencilere önceki ders öğrendkleri manyetik geçirgenlik konusu hatırlatıldı. Bunun üzerine öğrencilerden düşüncelerini yazmaları istendi. Öğrencilerin ifadeleri ise şöyledir:

"A ve C birbirini çekiyorsa, zıt kutupludur. A ile C Ferromanyetik (demir) ya da paramanyetik (platin) olabilirler. B ya da D hareket etmiyorsa birisi paramanyetik olabilir. A ve B birbirini itiyorsa aynı kutupludurlar. Ferromanyetik ya da paramanyetik olabilirler. B Ferromanyetik ya da paramanyetik olduğuna göre o kesinlikle paramanyetiktir. Örneğin tahta olabilir. A, C ve D manyetik alan oluşturmuştur. A mıknatıs, B, C ve D Ferromanyetik ya da paramanyetik olabilir. Ya da D diyamanyetik olabilir." (K_1)

"A ve C zıt işaretlidir. B yüklü, D nötrdür. A ve B aynı yükle yüklüdür. A, B ve C paramanyetik ya da Ferromanyetik, D ise diyamanyetik (krom, garfit,tahta gibi manyetik alan oluşturmayan maddeler) olabilir." (K_2)

"A ile C ters işaretlidir. A ile B aynı işaretlidir. D diyamanyetik olabilir. A, B ve C paramanyetik ya da ferromanyetik (demir, mıknatıs gibi) olabilir. D ise diyamanyetik (tahta gibi) olabilir. Bunlar olabilir ancak kesinlik yoktur." (K_3)

"A ve C zıt yüklüdür. A ve B aynı yüklüdür. B ya da D maddesinin biri diyamanyetik olabilir. A ve B mıknatıs C ise mıknatıs ya da demir olabilir. D ise tahta gibi diyamanyetik olabilir." (K_4)

"A ve C kutupları zıt işaretli olabilir. Madde olarak her ikisi de ferromnayetik ya da paramanyetik olabilirler. Örneğin demirin mıknatısı çekmesi verilebilir. B ve D'den biri nötr ya da diyamanyetik olabilir. Tahtayı örnek verebilirim. A ve B aynı kutuplar olabilir." (K_5)

Öğrencilerden kâğıtlarına yazdığı bu ifadeleri sırasıyla okumaları istenmiştir. Öğrenciler sadece dinlenmiş ve aralarında tartışmaları için ortam oluşturulmuştur. Bu aşamada öğrencilerin istekle tartışmaya katılmaları dikkat çekmiştir. Pek çok olasılığın ortaya çıkması üzerine öğrenciler: *"(Maddeler) birçok şey olabilir. Yazarak bitiremeyiz ki!"* (K_3) gibi yanıtlar vermişlerdir. Öğrenciler B ve C'nin de nasıl etkileştiğini bilirlerse, tahminlerinin daha tutarlı olacağını belirtmişlerdir. Öğrencilere eldeki verilerin sadece Tablo 2.1'da belirtilen durumlar olduğu tekrar hatırlatıldı. Burada öğrenciler çıkarım yapmaya teşvik edilmiştir. Bir önceki etkinlikte gözlem ve çıkarımın tanımını öğrediklerinden, bu etkinlik için Tablo 2.1'de yer alan verilerin gözlem, cisimlerin ne tür maddeler olduğu üzerine yapılan tahminin çıkarım olduğu vurgulanmış ve öğrencilerden çıkarım yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çıkarımları Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5
Öğrencilerin Maddeler Hakkındaki Çıkarımları

	A maddesi	**B maddesi**	**C maddesi**	**D maddesi**
K_1	Mıknatıs	Mıknatıs	Mıknatıs, Ferromanyetik, Paramanyetik	Diyamanyetik
K_2	Mıknatıs	Mıknatıs	Mıknatıs, Demir	Krom, Grafit, Tahta
K_3	Mıknatıs	Mıknatıs	Mıknatıs, Demir, Platin	Diyamanyetik, Tahta
K_4	Mıknatıs	Mıknatıs	Mıknatıs, Demir	Diyamanyetik
K_5	Mıknatıs	Mıknatıs	Mıknatıs, Ferromanyetik, Paramanyetik	Diyamanyetik

Öğrencilere verilen EK-4'te Tablo 2.1'de bulunmayan bir durum hakkında yorum yapmalarını sağlamak için *"B'nin C'ye yaklaştırıldığında ne olacağına dair bir tahminde bulununuz"* sorusu sorulmuştur. Öğrencilerden B ya da C maddesiyle etkileşemeden, C'nin hangi madde olacağına dair tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin yanıtları ise aşağıdaki gibidir:

"C paramanyetik ya da ferromanyetik olabileceğinden çekebilir. C mıknatıs olabileceğinden zıt kutupları gelirse itebilir. Yine C mıknatıs olabileceğinden aynı kutupları gelirse B'yi itebilir." (K_1)

"B'ye mıknatıs, C mıknatıs ya da demir olabileceğinden; B, C'ye yaklaştırıldığında her ikisi de ya çekebilir ya da itebilir." (K_2)

"B ile C yaklaştırılırsa; B mıknatıs, C ferromanyetik, paramanyetik ya da mıknatıs olduğundan itebilir ya da çekebilir." (K_3)

"B'yi mıknatıs, C'yi demir kabul edersek birbirlerini çekerler. B mıknatıs ve C'de mıknatıs dersek itebilir ya da çekebilir " (K_4)

"B mıknatıstır. C ise mıknatıs, ferromanyetik veya paramanyetik olabilir. Birbirlerini çeker veya iter. Çünkü aynı kutuplar gelmiştir veya zıt kutuplar gelmiştir." (K_5)

Öğrencilerden yanıtları sırasıyla alındıktan sonra *"Sizce bilim insanları da sizin yaptığınız gibi mi çalışmışlardır?"* sorusu sorularak öğrencilerin görüşleri alınmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin tamamı bilim insanlarının da bu şekilde çalıştığını kabul etmiştir.

"Bilim insanları da böyle yapmıştır. Elimizde bazı veriler vardı. Bunları yorumladık. Şimdi de deney yapmamız gerekmektedir. Böylece yorumumuzun doğru olup olmadığını bulalım." (K_2)

"Evet, yapmışlardır. Burada hipotez oluşturduk." (K_4)

Bilim insanlarının varolan bilgilerden yararlanarak gözlemleyemedikleri bir durum hakkında tahminda bulundukları ve bilimsel bilginin elde edilmesinde bunun bir yol olduğu vurgulandı. Bu aşamada öğrencilerden öntest sorusu hatırlatılmıştır. Atomun ya da elektronun elektron mikroskobuyla dahi gözlemlenemediği, elektronun belirli bir bölgede bulunma olasılığının hesaplandığı açıklanmıştır. Öğrenciler önteste verdikleri yanıtları hatırlayarak şaşırmışlardır. Öntestte ve yapılan mülakat çalışmasında öğrencilerin tamamı elektronun görüldüğünü iddia etmişti. Öğrencilere pek çok çalışmada -örneğin Rutherford'un altın plakalarla yaptığı deney gibi- deney sonuçlarındaki verilere dayanarak atom modellerinin oluşturulduğu ancak atomun gözlemlenmediği açıklanmıştır.

Öğrencilere birer adet çubuk mıknatıs, bakır, demir, alüminyum, tahta gibi çeşitli çubuklar verildi. Tablo 2.1'de etkileşimlerinden bahsedilen maddeleri deneyerek

bulmaları istendi. Öğrencilerden *"Bu çubukları kullanarak Tablo 2.1'de söz edilen A, B, C ve D'nin ne tür maddeler olduklarını"* tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrenciler laboratuvardan farklı maddeleri de alarak denemek istemeleri üzerine madde sayısını arttırıldı. Farklı maddeleri birbirine yaklaştırarak itme ve çekme olaylarını gözlemlemeye başlamışlardır. K_1 ve K_3 birer mıknatıs alarak A,B, C ve D maddeleriyle denemeler yaptı ve A ile B'nin mıknatıs olduğuna karar verdi. Diğer öğrenciler de bu fikri onayladılar. D'ye ise diamanyetik, paramanyetik ya da mıknatıs olabileceğini söylediler. Daha sonra ise öğrencilere *"Neden deney yapmaya ihtiyaç duyduk?"* sorusu soruldu. Cevapların bazıalrı şöyledir:

"Daha iyi görmek için olayı." (K_1)

"İspatlamak, kanıtlamak için." (K_2)

"*Tahminlerimizin sonuçlarını doğrulamak için."* (K_3)

Öğrencilere *"Bir doğa olayının sadece gözlemlenmesi, o olayı açıklamada yeterli midir?"* sorusu soruldu. Öğrencilerden farklı yanıtlar alınmış fakat onaylanmadan sadece dinlendi. Öğrenciler gözlemin sonucunda çıkarım yapmanın, deney yapmanın da gerekli olduğunu belirtmiştir. Öğrencilere bir doğa olayını herkesin gözlemleyebileceğini fakat bu gözlemleri sonucu bir çıkarımda bulunmanın daha özel bilgilere sahip olunması gerektiği belirtildi. *"Verilerle uyuşan, mantığa uygun çıkarımı neden herkes elde edemez?"* sorusu soruldu. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazıları şöyledir:

"Çıkarımda bulunmamız gerekir." (K_1)

"Evet, bilim adamları kadar merakımız yok, aynı gözlemi yapıyoruz onlarla aynıyız." (K_3)

"Bilim adamları kadar fazla bilgimiz yok. İlgimiz ya da merakımız yok." (K_5)

Öğrenciler bilimsel bilginin üretilmesinde verilerin ve deney yapmanın önemini kavramış fakat bu verilere uygun bir mantıklı açıklamanın neden bazı bilim insanları tarafından ortaya konduğuna yanıt veremediler. Bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden yararlandıkları fikrine ulaşamamışlardır. Bu nedenle öğrencilere her birinin farklı ailelerden, farklı sosyoekonomik koşullardan ya da okullardan geldiği, bunun da yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini farklı olarak etkileyeceği anlatıldı. Örneğin atom modellerini kendileri bulmuş olsa eğer verilerle uyuşuyorsa daha farklı tasarlayabileceklerinin mümkün olduğu belirtildi. Aynı olan bir doğa olayı laboratuarda

üzerinde çalışılarak, farklı durumlar oluşturularak veriler alınıp, çıkarımda bulunarak oluşturulabilir. Öğrenciler *"O halde bu bilgiler hala araştırılıp değiştirebilir"* dediğinde ise yine atom modellerinden örnek verilerek bugüne kadar farklı verilerin elde edilmesiyle pek çok atom modelinin oluşturulduğu açıklandı. Öğrenciler için bilimsel bilgilerin değişebileceği ve böylece bilimsel bilginin üretilmesinin deney ve gözlemlerden elde edilen verilere ve bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücüne de dayandığı açıklandı. Ayrıca etkinlikteki maddenin ne olduğuna dair bir model oluşturdukları da belirtilerek bir önceki etkinlikte de vurgulanan bilimsel modellerin ne gibi özellikleri olduğunun hatırlanması istendi.

Öğrencilere *"Kendi oluşturdukları modelleri arkadaşlarınızla karşılaştırınız. Farklı model oluşturan var mı?"* sorusu soruldu. Öğrenciler aynı verilerden yola çıkarak farklı modeller oluşturabilirler. Fakat etkinliğin çeşitli aşamalarında birbirinden yardım alarak ya da tartışarak modellerini oluşturmuşlar ve birbirlerine açıklamalarını yaparak maddelerin neden, ne tür olabileceğine beraber karar vermişlerdir. Bu nedenle farklı model oluşturan olmamıştır. Uygulamada öğrencilerin modelleri birbirinin aynısı olduğu için bilimsel bilginin subjektifliği ve bilimsel bilgiyi oluşturmada bilim insanlarının ön bilgilerinin ve bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücüne vurgu yapılamadı. Bu nedenle bilim insanlarının nasıl çalıştığı üzerinde tartışma başlatılması uygun bulundu. Öğrencilere *"Tek başınıza çalışsaydınız, aynı verileri elde edebilir miydiniz?"* sorusu soruldu. Öğrenciler görüşlerinin çok fazla değiştiğini fakat birbirinden yardım alarak daha kolay karar verdiklerini söylediler. Böylece bilim insanlarının da laboratuvarlarda yalnız çalışan kişiler değil, birden fazla kişilerle etkileşim halinde olan, birlikte çalışan kişiler olduğu açıklandı. Bilim insanlarının da diğer bilim insanlarıyla etkileşimde bulunarak çalıştığı söylendi.

Öğrencilere *"Sizce bilimsel bilgi objektif mi yoksa subjektif midir?"* sorusu soruldu. Öğrenciler önceki bilgilerine dayanarak bilimsel bilginin objektif olduğunu söylediler. Bunun üzerine

Öğretmen: *Yaptığımız etkinlikten yola çıkarak tekrar düşünün. Örneğin biriniz C maddesine mıknatıs derken diğeri demir demiştir. Her iki yanıt da verilerle uyuşmaktadır ve mantıklıdır. O halde bu konuda ne diyebiliriz?*

Öğrenci: *Ancak yasalar herkes tarafından kabul edilmiştir. Örneğin Mendel Yasaları'nı ben değiştirebilir miyim? Değiştiremem. Bu nedenle subjektif diyemeyiz.* (K_3)

Öğrenci: *O halde hipotezler subjektiftir çünkü kendimiz oluşturuyoruz. Ancak yasalar objektiftir.* (K_1)

Öğrenci: *O halde bilimsel modeller de mi subjektiftir?* (K_4)

Öğrencilerin bilimsel bilginin subjektif oluşuna karşı çıkmaları üzerine kuvvet kavramının tartışılarak öğrencilerin bilimsel bilginin bu özelliğini daha iyi kavraması amaçlandı.

Öğretmen: *Bilim insanları bilimsel bilgiyi elde ederken eldeki verileri kullanmaktadırlar. Bunun yanında ise kısmen yaratıcılık ve hayal gücünü de kullanmaktadır. Örneğin kuvveti gördünüz mü?*

Öğrenci: *Hayır.*

Öğretmen: *Kuvvet diye bir şey var mı?*

Öğrenci: *Evet.*

Öğretmen: *Kuvvetin olduğunu nasıl biliyorsunuz?* Öğrenciler birbirlerini itmişler ve kuvvetin etkisini hissettiklerini söylemişlerdir. *"Kuvvet denilen kavramı Newton ortaya atmıştır. Başka bir bilim insanı olsa başka bir tanım yapabilir ya da isim verebilirdi. O halde tekrar düşünerek yanıt vermenizi istiyorum."* Öğrenciler bunun üzerine vurgulanan özeliği anlamış ve isteksizce bilimsel bilginin subjektif olduğunu söylediler. Bu zamana kadar bildikleri bir bilginin doğru olmaması onları şaşırtmış ve bu durumdan hoşnut olmamışlardır.

Öğrencilere *"A, B, C ve D maddelerinin ne olduğuna dair tahminde bulundunuz ve birer model oluşturdunuz. Peki, gerçekte bunların hangi maddeler olduklarını biliyor muyuz?"* sorusu üzerine öğrenciler bilmediklerini belirtmişlerdir. *"Bilimsel modeller gerçeğin birebir kopyası mıdır?"* sorusuna ise birebir aynısı olmadığını belirtmişlerdir. Ancak öğrenciler yine de doğa olayı ile bu olaya ait olan model arasında benzerlik olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun üzerine bilimsel modellerin özelliklerinin neler olduğu tekrar belirtildi. Eldeki verilere uygun olan, bir doğa olayını somutlaştırarak anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılan araçlar olduğu ve doğa olayı ile arasında benzerlik olmasının gerekmediği fakat eldeki verilere uygun, mantıklı açıklamalar elde etmemizi sağlayan araçlar olması gerektiği açıklandı.

Etkinliğin sonunda öğrencilerle birlikte neler üzerinde durulduğu beraberce vurgulanmış, neler öğrenildiği sorulmuştur. Öğrencilerin yanıtlarını yazdıkları kağıtlar toplanarak etkinlik sonlandırıldı.

4.2.3 Etkinlik 3'ün Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Bu etkinlik 45 dakika olan bir ders saati içerisinde tamamlandı. İlk olarak öğrenci sayısı kadar şekillerde verilen okuma parçaları çoğaltıldı ve zarflara konularak öğrencilere sırasıyla verilmeye hazırlandı.

Öğrencilere EK-5'te Şekil 3.1'in bulunduğu Zarf 1 dağıtıldı. Öğrencilerden zarftan çıkan şekle bakarak *"Bu şeklin neye ait olduğunu söylemeleri"* istendi. Öğrencilerin yanıtlarını vermesi beklendi ve tüm yanıtlar dinlendi. Böylece öğrencilerin etkinliğe katılarak şeklin neye ait olduğunu düşünmeleri amaçlandı. Öğrencilerin tamamı şekilde, Dünya etrafındaki manyetik alan çizgilerini gördüklerini söylediler. Evaplardan bazıları şöyledir:

"Dünya'nın etrafında oluşan manyetik alan çizgileri şekilde gösterilmektedir."(K_2)

"Dünya'nın manyetik alanını görüyoruz." (K_3)

"N'den S'ye doğru olan manyetik alan çizgilerini görmekteyiz." (K_5)

"Hayır, şekilde N'den S'ye doğru değil, tam tersi." (K_4)

Öğrencilerin şekle daha dikkatli bakmaları üzerine şekildeki çizgilerin neden Kuzey kutuptan Güneye doğru çizilmediğini tartışmış ancak açıklayamamışlardır. Bu noktada öğrencilerin soruları yanıtsız bırakıldı ve gerekli bir açıklama daha sonra yapılmak üzere etkinliğe devam edildi.

Öğrencilerden Zarf 1'den çıkan şekle tekrar bakarak *"Gerçekte dünya etrafında bu çizgiler var mıdır?"* sorusu soruldu. Öğrenciler ikinci etkinlikte bilimsel modellerin ne olduğunu ve özelliklerini kavradıklarını bu soruyu hemen yanıtlayarak göstermişlerdir. Öğrencilerin tamamı gerçekte bu çizgilerin var olmadığını belirtti. *"O halde bu çizgilere neden ihtiyaç duyulmuştur?"* sorusuna ise yine öğrendikleri bilimsel modellerin özelliklerinden yola çıkarak yanıtlamışlardır:

"Aslında gerçekte bu çizgiler yoktur. Somutlaştırmak, daha iyi anlamak ve görmek için çizilmişlerdir." (K_1)

"Elde edilen verilerle uyuşan ancak gerçeğin de birebir kopyası olmayan bu şekil bu nedenle çizilmiştir." (K_5)

"Aslında çizgilerin olmadığı yerlerde de manyetik alanın olduğunu biliyoruz. Ama gösterimde kolaylık olması için böyle çizilmiştir." (K_3)

Öğrencilerden Zarf 2'yi açarak içerisindeki okuma parçasını incelemeleri istendi. Öğrencilerden EK-5'de Şekil 3.2'de verilen okuma parçasını incelemesi için yeterli bir süre beklendikten sonra, öğrenciler kitapta öğrendikleri bilginin yanlış olmasına şaşırmışlardır. Bunun üzerine bilimsel bilginin subjektif olduğu ve zamanla elde edilen veriler ışığı altından değişebileceği ya da geliştirilebileceği açıklandı. Bu nedenle bilimsel bilginin kesin olan bir doğasının olmadığı açıklanmaya çalışıldı. Örneğin okuma parçasında olduğu gibi teknolojinin gelişmesiyle yerin manyetik alanının kaynağı hakkında yeni verilerin elde edildiği belirtildi. *"Buna göre okuma parçasından yola çıkarak ne gibi yeni bir bilgi ya da bilgiler elde ettiniz?"* sorusu soruldu. Zarf 2'de yer alan okuma parçasında koyu olarak yazılmış olan kısım öğrencilerin de dikkatini çekmiştir. Dersin işlenişinde ferromanyetik maddelerin ne olduğu ve bu maddelere çeşitli örnekler verilmiş ancak yüksek sıcaklıklarda özelliklerini kaybettikleri belirtilmemişti. Bu nedenle öğrenciler deprem dalgalarından elde edilen verilerle Dünya'nın merkezinin büyük basınç ve sıcaklık altında sıvı halde olduğu bilgisi ile ferromanyetik maddelerin yüksek sıcaklıklarda özelliklerini kaybetmesinin onlar için yeni bilgiler olduğunu belirttiler. *"Mıknatıs ya da demir gibi maddeler de ferromanyetiktir. Ferromanyetik maddeler yüksek sıcaklıklarda özelliklerini kaybediyorlarsa, Gilbert'ın sunmuş olduğu model yanlıştır. O halde bir bilim insanı gibi elde ettiğiniz yeni verileri de kullanarak tekrar Dünya'nın manyetik alanının kaynağının ne olduğunu düşününüz"* sorusu sorulur. Öğrencilerden ilk olarak birbirlerini etkilememesi istendiğinden yanıtlarını yalnızca kendilerine verilen kağıtlara yazması istendi. Öğrenciler bu durumda ise zorlandı. Burada bilim insanlarının da elde edilen gözlem ve verilerle, bu verilere uygun bir çıkarımda bulunmanın zor olduğu belirtilmiş ve çıkarımda bulundurulmaları için yüreklendirilmişlerdir. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Dünya'nın manyetik alanı çekirdeğinden kaynaklanmıyor olabilir. Yani bu kaynağı mıknatıs olarak düşünürsek, yüksek basınç ve sıcaklıkta bozulduğuna göre bu kaynak çekirdekten uzakta olmalıdır. Örneğin atmosferlerde bir manyetik alan kaynağı olabilir çünkü atmosferde basınç ve sıcaklık düşüktür." (K_1)

"Dünya'nın manyetik alanının kaynağı, Dünya'nın etrafında olabilir. Elektronlar atomun çevresinde döndüğüne göre, Dünya'nın manyetik alanı da Dünya'nın çevresinde olabilir." (K_3)

"Dünya'nın merkezinde mıknatıs değil, basınç ve sıcaklıkla doğru orantılı bir çekim kuvveti olabilir." (K_5)

Öğrencilerden yazdıkları görüşlerini sırayla okuyarak arkadaşlarıyla paylaşmaları istendi. K_2 ve K_4 ise öğrendikleri yeni verilerden yola çıkarak yerin manyetik alanının kaynağı hakkında herhangi bir görüş belirtmedi. Öğrencilerden çıkarımda bulunanlar kendi görüşlerinin mantıklı ya da verilerle uyuşmadığını, zayıf olduğunu belirterek gerçekte Dünya'nın merkezinde ne olduğunu hemen bilmek istedi. Bunun üzerine eldeki veri ve bulgularla uyuşan, aynı zamanda yaratıcılık ve hayal gücünden de yararlanılarak bir çıkarım oluşturmanın zor olduğu açıklandı. Öğrenci K_5 şans faktörüne de değinerek bilim insanlarının çok şanslı olduğunu belirtmiştir. *"Aynı verilerden yola çıkarak neden farklı tahminlerde bulundunuz?"* sorusuna öğrenciler aldıkları eğitimin yanında, yaratıcılık ve hayal güçlerinin de farklı olduğunu, bu nedenle farklı çıkarımlarda bulunduklarını açıkladılar. Öğrencilerin bu soruya verdiği yanıtın çabukluğu, bilimsel bilginin yaratıcı doğasını ve subjektifliğini kavradıklarını gösterdi.

Öğrencilere EK-5'te Şekil 3.3'te verilen "Dünya'nın Manyetik Alanının Kaynağı" adlı okuma parçasının yer aldığı Zarf 3 dağıtıldı. Öğrencilere okumaları için yeterli süre verildi. Öğrenciler okuma parçasını inceledikten sonra, okuma parçasındaki verinin açıklanmasını istedi. Derste son olarak işlenen "Akımın Manyetik Etkileri" konusuna bağlı olarak bir ilmekte oluşan elektik akımının sağ el kuralına göre etrafında manyetik alan oluşturduğu hatırlatılarak, Dünya'nın merkezindeki manyetik alanın kaynağı okuma parçasına göre açıklandı. Öğrenciler bu açıklamayı hemen benimsemedi ve çeşitli sorular sordular. Dünya'nın merkezindeki sıvıda dönen yüklü iyon ve elektronların her birinin oluşturduğu manyetik alanın vektörel toplamının her zaman aynı olamayacağı hatta zamanla belki de değişebileceğini ve Dünya'nın her yerinde manyetik alan şiddetinin aynı olamayacağı açıklandı. Öğrencilere bilim insanlarının bu görüş çevresinde birleşmekle beraber halen araştırmaların devam ettiği hatırlatıldı: *"Dünyamızın manyetik yönelimi daima bizim bildiğimiz şekilde olmamıştır. Jeolojik kazılarda bulunan bazalt taşları ile yapılan çalışmada Dünya'nın manyetik alanının günümüze kadar pek çok kez değiştiği bulunmuştur. Bilimsel bilgiler; elde edilen yeni veri ve teknoloji yardımıyla tekrar yorumlanarak, bilim insanlarının bu konu üzerindeki araştırmaları devam etmesiyle beraber değişebilir."* Öğrencilerden soru gelmemesi üzerine etkinliğin uygulama kısmı burada bitirildi.

Öğrencilerden bu etkinlikte neler öğrendiğini açıklayan kısa bir yazı yazmaları istendi. Bu yansıtıcı yazılara yazdıkları cevaplar şöyledir:

"Dünya'nın manyetik alanının, Dünya'nın merkezindeki elementlerin elektronlarını bırakmasıyla, bu elektronların hareketlerinden kaynaklanabileceğini öğrendik. Bilimsel bilginin gelişen teknolojiyle değişebileceğini öğrendik. Bilimsel bilginin subjektif olduğundan bilim adamının hayal gücüne bağlıdır. Ayrıca bu vardığımız sonuçta kesin değildir. Yani ilerleyen teknolojiyle bu bilgi de değişebilir." (K_1)

"Dünya'nın manyetik alanının çekirdekte olduğunu, Ferromanyetik elementlerin Dünya'nın merkezinde sıvı halde bulunduğunu Ferromanyetik elementlerin elektron bıraktığını ve bu elektronların da manyetik alanın oluşturduğunu öğrendik. Gözlemin kolay olduğunu ve tahminin zor olduğunu öğrendik. Bilimsel bilginin değişebileceğini, bilimsel bilginin subjektif olduğunu öğrendik." (K_2)

"Dünya'nın manyetik alanının Dünya'nın merkezinde olduğunu ve iyonlar halinde olduğunu ve zamanla değiştiğini öğrendik. Bilimsel bilgiler zamanla değişebiliyor olduğunu, Dünya'nın merkezindeki Ferromanyetik maddelerden yüksek basınç ve sıcaklık altında elektronlarını serbest bıraktığını ve bu elektronların manyetik alan oluşturduğunu öğrendik. Bilimsel bilginin subjektif olduğunu, bilimsel modellerin gerçeğin bir kopyası olmadığı ve o konu hakkında bize bir fikir sahibi olmamızı sağlar." (K_3)

"Dünya'nın manyetik alanının oluşmasında dev bir mıknatıs olmadığını, Gilbert'ın sonuçlarının bir kısmının çürütüldüğünü, dünya'nın merkezindeki sıvıyı oluşturan elementlerin özelliklerini kaybettiklerini öğrendik. Sonrasına ise bu elementlerin dünyanın çekirdeğinde bol miktarda elektron bıraktıklarından dolayı bir tel ilmekte oluşan akıma benzetilmiş ve böyle bir manyetik alanın olabileceğini öğrendik. Ama kesin bir sonucun bulunmadığını öğrendik. En önemlisi bilimsel bilgilerin değişebileceğini öğrendik." (K_4)

"Bugün yaptığımız etkinlikle Dünya'nın merkezinde mıknatısın olamayacağını ve dünya'nın merkezinin büyük basınç ve sıcaklık altında bir sıvı olduğunu öğrendik. Dünyanın manyetik çizgilerinin zamanla değişebileceğini Dünyanın merkezinde bir akım olduğu ve etrafındaki elektronun bir Ferromanyetik oluşturduğunu öğrendik." (K_5)

4.2.4 Etkinlik 4'ün Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Etkinlik iki ders saati süresi olan 90 dakikada tamamlanabildi. Etkinlik için öğrencilere gerekli olan deney malzemeleri dağıtıldı. Miliampermetre, bağlantı kabloları, bobin ve çubuk mıknatıs araçları öğrenci sayısı kadar yeterli olmadığından, tek başına çalışmaları şartıyla birkaç öğrencinin beraber deney malzemelerini kullanmasına izin verildi. EK-6'da Şekil 4.1'deki deney düzeneğini göstermek için projeksiyondan yararlanıldı ve öğrencilere yapmaları gereken düzenek açıklandı.

Öğrenciler ikişerli oturtuldu, bir öğrenci ise tek başına çalıştı. Her öğrenciye deneyini kendi başına gerçekleştireceği, malzemeleri ise sırayla kullanmaları gerektiği tekrar belirtildi. Projeksiyon yardımıyla yansıtılan deney düzeneği kurmaları için beklendi. Deney düzeneklerini kurmada zorlanan öğrencilere yardım edildikten sonra, her bir öğrenciye EK-6'da Şekil 4.2'de verilen "Değerlendirme Formu" dağıtıldı. Öğrencilere *"Deney düzeneğinden yararlanarak sizlere verilen formu doldurunuz. Bunu yaparken birbirinizden yardım almayınız"* talimatı verildi. Öğrenciler bu talimatla beraber etkinliğe başladı. Öğrencilerin arasında dolaşarak formu nasıl dolduracakları hakkındaki soruları yanıtlanmadı. Öğrenciler kurulan deney düzeneğindeki değişikleri forma uygun olarak yaparak, sonuçları yine forma kaydetti, bir bilim insanı gibi değişkenleri değiştirdi ve buna bağlı oluşan sonuçları inceleledi. Formun son kısmında ise bu gözlemlere dayanarak, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmaları istendi. Öğrenciler tekrar eldeki verilere uyuşan ve olayı açıklayan mantıklı bir çıkarımda bulunmanın zorluğuyla karşılaşmış ve bu durumdan hoşlanmamışlardır. Öğrencilere, bilim insanlarının gözlemleriyle elde ettikleri verilerin yanında, bu verilerle uyuşan mantıklı bir çıkarımda bulunmanın zor olduğu ancak bilimsel bilginin bu şekilde elde edilebileceği açıklandı. Önceki etkinliklerde yeterince vurgulanmasından dolayı gözlem ve çıkarımın farklı türden bilgiler olduğu burada kısaca tekrar belirtildi.

Bir ders süresi olan kırk beş dakika sonunda öğrencilerin tamamı formu doldurduklarını belirtti. *"Verilen forma yazdığınız çıkarımları diğer arkadaşlarınızla sırasıyla paylaşınız"* denildikten sonra öğrenciler sırasıyla çıkarımlarını okudu. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Mıknatıs bobinin içerisinde bir manyetik alan oluşturur. Bu da bir akım oluşmasına neden olur. Mıknatısın farklı kutuplarının farklı yöne gitmesinin sebebi

manyetik alanın N'den S'ye olması olabilir. Akımın; mıknatısı hızlı ya da yavaş hareket ettirdiğimizde şiddeti değiştiğine göre bobindeki akım anlıktır. Bence mıknatıs tellerdeki elektronlarda anlık bir hareket sağlar. Bu da akımı oluşturur ama mıknatısın hareketi durduğunda elektronların hareketi de durur ve akım da oluşmaz. Mıknatıs durgun iken akımın oluşmamasının sebebi de yine elektronların, mıknatıs hareket etmediği için akım oluşturmasıdır. Ayrıca mıknatısın girerken ve çıkarken ampermetrenin farklı yönü göstermesinin sebebi de elektronların ters tarafa hareketi olabilir." (K_1)

"Manyetik alan çizgileri N'den S'ye doğrudur. Mıknatısın S kutbunu bobinin içerisinde ileri hareket ettirdiğimizde bobin de N'dir. Zıt kutuplar birbirini çektiği için miliampermetre (-) yönde hareket ediyor. Mıknatısın N kutbunu bobinin içerisinde ileri yönde hareket ettirdiğimizde (+) yönde hareket ediyor. Aynı kutuplar birbirini ittiği için (+) yönü gösteriyor." (K_2)

"Bu farklılıkların oluşmasının nedeni manyetik alan çizgileri ile alakalıdır. Örneğin N kutbunu yaklaştırdığımızda +x, S kutbunu yaklaştırdığımızda –x yönünde hareket ediyor. Elektrik alan çizgileri (+)'dan (-)'ye doğru ve manyetik alan çizgileri de N'den S'ye olduğundan dolayı +x veya –x yönüne hareket ediyor." (K_3)

"Manyetik alanın hareketi manyetik alala alakalıdır çünkü manyetik alan vektörel bir büyüklük olduğu için manyetik alan çizgileri ile alakalıdır. Manyetik alan çizgileri N kutbundan S kutbuna hareket ettiği için, bobin içine yaklaştırdığımızda; şimdi N ve S kutbunu şöyle düşünelim. N kutbu (+) S kutbu (-) olduğunu düşünürsek bobin içerisinde manyetik alan (+)'dan (-)'ye olacağı için manyetik alan +x yönünde hareket eder. Şimdi S kutbunu (-) düşünüp hareket ettirdiğimizde, manyetik alanın –x yönde hareket ettiği için olabilir. Bunun tam tersini de düşünebiliriz: N (-), S (+) diye. Yani kısaca elektrik alan çizgilerindeki yüklerin (+)'dan (–)'ye hareket ettiği için bununla bağdaştırabiliriz." (K_4)

"Hızlı yaklaştırdığımda manyetik kuvvet daha fazla olabilir ama yavaş yaklaştırdığımda, az kımıldama görülüyor yani mıknatısla alakalı olabilir. Yani hızlı yaklaştırdığımda bir de N kutbunu yaklaştırdığımda –x doğru yönelme görülür sonra eski haline geliyor. Bunun sebebi mıknatısın hızlı olması olabilir ve daha çok fazla oluyor. Sabit bıraktığımda etkilerin görülme sebebi arasında manyetik kuvvetin olmaması olabilir." (K_5)

Öğrencilerin yaptıkları çıkarımları, fikirlerini yönlendirmemek için doğru ya da yanlış olduğu belirtilmeden sadece dinlendi. Ancak öğrencilerin diğer arkadaşlarının çıkarımları hakkında yorum yapmasına, tartışmalarına izin verildi. Çıkarımlar paylaştıktan sonra *"Diğer arkadaşlarının görüşlerinden etkilenerek, görüşünü değiştirmek isteyen var mı? Varsa nedenini açıklayınız"* sorusu soruldu. Öğrenciler öncelikle diğer etkinliklerde olduğu gibi çıkarımda bulunmakta çok zorlandıklarını ve bazılarını yanıtlarına çok da güvenmediğini söylediler. K_3, K_1'in verdiği yanıtın kendisinin çıkarımından daha mantıklı geldiğini ve bu nedenle ona katıldığını belirtti. Bu noktada bilim insanlarının da, diğer bilim insanlarının çalışmaları üzerinde merakla durup düşündüğü, değerlendiği ve diğer bilim insanlarından etkilendikleri vurgulandı. Genel olarak bilinenin aksine bilim insanlarının bir laboratuvar içerisinde çalışan yalnız kişiler olmadığı, diğer bilim insanları ile etkileşim halinde oldukları söylendi. Öğrenciler burada bunun en doğrusu olduğunu, aksi halde bilim insanlarının hep en baştan başlaması gerektiğini ve bilimin de ilerleyemeyeceğini belirttiler.

Öğrencilere *"Aynı verilerden yola çıkarak arkadaşlarınızdan farklı çıkarımda bulunmanızın nedeni sizce nedir?"* sorusu soruldu. Öğrenciler önceki etkinliklerden öğrendikleri bilimin doğasının yaratıcı ve subjektif doğası hakkında hemen bilgi vererek bu soruyu yanıtladılar.

Bilim insanlarının öğrencilerin yaptığı deney düzeneğini kurarak gözlemlerde ve buna uygun olarak çıkarımda bulundukları belirtilerek, yapılan gözlemlerden verilere uygun ve mantıklı bir çıkarımda bulunmanın önemi açıklandı. Bilim insanlarının bu çıkarımlardan yasalara ya da teorilere ulaştığı söylendi. Öğrencilerin yaptığı deneyi ilk olarak Faraday adlı bir bilim insanının yaptığı ve Faraday'ın matematik bilgisi çok az olduğu için, daha sonra bu deneyi formüle dökenin Maxwell olduğu söylendi. Öğrencilerin bir bilim insanının çalışmasını yakından incelediklerinin farkına varılması amaçlandı.

Öğrencilere bilim insanı Faraday'ın kendi adıyla anılan, Faraday Yasası açıklandı. Faraday'ın bu olayı açıklamak için "Manyetik Akı" adı verilen kavramını ortaya attığı belirtildi. Zamanla değişen manyetik akının devrede bir emk indüklemesinin Faraday yasasıyla açıklandığı anlatıldı ve öğrencilerden defterlerine not tutması istendi. Aslında doğada akı kavramının olmadığı fakat bilim insanının bir doğa olayını- indüksiyonu- daha kolay açıklamak için akı kavramını türettiği açıklandı. Burada bilim insanlarının

bir doğa olayını açıklamak için kısmi olarak yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturuldukları tekrar vurgulandı. Öğrencilerin defterlerine ilk olarak manyetik akı kavramını ve Faraday'ın indüksiyon yasası açıklanarak not almaları sağlandı. Daha sonra ise oluşan bu emk'nın yönünü açıklayan ve bilim insanı Lenz'in, kendi adıyla anılan yasası açıklandı.

Öğrencilerin Manyetik Akı, Faraday ve Lenz Yasası konularıyla ilgili olan not alması bitiktan sonra, öğrencilere *"Bilimsel bilginin elde edilmesi için, o doğa olayının gözlemlenmesi yeterli midir?"* sorusu yöneltildi. Öğrenciler kesinlikle yeterli olmadığını, deneylerdeki gözlemler ve çıkarımlar sonucunda elde edildiğini belirtmiştir. Aynı zamanda yaratıcılık ve hayal gücünün de önemli bir rolü olduğunu belirtmişlerdir.

Öğrenci sayısı kadar çoğaltılmış olan ve EK-6'da Şekil 4.3'te verilen "Colladon'un Deneyi" adlı parça okumaları için öğrencilere dağıtıldı. Öğrencilerin parçayı okumaları bittikten sonra, *"Neden Faraday'ın indüksiyon yasası yerine, Colladon'un indüksiyon yasasını öğrenmedik?"*sorusu soruldu. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Deneyi yapmış ancak buna bağlı bir çıkarımda bulunamamış ki, sonuca ulaşamamış. Belki iki kişi çalışsaydı daha başarılı olacaktı." (K_1)

"Deneyini yanlış yapmıştır." (K_2)

"Tam anlamıyla olayı açıklayamamıştır." (K_3)

"Açıklayamamış değil de bence talihsizlik." (K_4)

Öğrencilerin yanıtlarını üzerine *"O halde bilimsel bilgiye ulaşmak için ne önemlidir?"* sorusu soruldu. Öğrencilerin tamamı Faraday ile Colladon'u karşılaştırdıklarında şans faktörünün de önemli olduğunu belirtmişler ve K_1'in yanıtı üzerine bilim insanlarının takım halinde çalışarak daha başarılı olabileceklerini söylemişlerdir. Bunun üzerine bilimsel bilgiyi oluşturmada şans faktörü ne kadar etkili olursa olsun, bilimsel bilgiyi üretmede eldeki verilerin mantıklı bir şekilde bir araya getirilmesinin ve deney düzeneğindeki değişkenlerin belirlenmesinin önemli olduğu açıklandı. Colladon ve Faraday'ın deney düzeneklerinin farklı kurmalarındaki nedenin yaşamları, eğitimleri ve sosyal çevreleri gibi pek çok etkenin olabileceği vurgulanmıştır. Bilimsel bilgiyi üretmede yaratıcılık ve hayal gücünün önemi ile bilimsel bilginin subjektifliği üzerinde odaklanıldı.

Öğrencilere *"Neden Faraday Yasası yerine Faraday Teorisi demiyoruz? Sizce yasa ve teori arasındaki fark nedir?"* sorusu soruldu. Böylece öğrencilerin ön testte belirlenmiş olan yasa ve teoriler hakkındaki yanlış düşünceleri açığa çıkartılmak istendi. Öğrenciler Faraday'ın bulduklarının yasa olduğunu çünkü bunu deneylerle ispatladığını söylediler. Teorilerin ise soyut ve kesin olmadığını, teorilerin ancak evrenselleştiğinde yasalara dönüştüğünü belirttiler. Bu bilgiyi nereden öğrendikleri sorulduğunda ise biyoloji dersinde bu şekilde öğrendiklerini belirttiler. Bunun üzerine öğrencilere yasa ve teorilerin farklı türden bilgiler olduğu ve birbirine dönüşemeyeceği hazırlanan bir sunu ile açıklanmaya çalışıldı. Öğrencilerin teorilerin yasalara dönüştüğü hakkında sahip oldukları mitin değiştirilmesi için, altıncı etkinlikte de uygulama yapılacağından daha fazla bilgi verilmadi.

Öğrencilerden etkinlik hakkındaki düşüncelerini ve öğrendikleri bilgileri kısaca öğrenmek ve bu etkinliği değerlendirmek amacıyla, her etkinlik sonunda istenen yansıtıcı yazılarını yazmaları istendi. Böylece etkinliğe son verildi. Öğrencilerin yansıtıcı yazılara verdikleri cevaplar şöyledir:

"Gözlem ve çıkarım arasında fark vardır. Gözlem: deneylerdeki gördüğümüz olaylardır yani mıknatısla miliampermetrenin ibresinin sapması gözlemdir. Çıkarım: gözlemlerimiz doğrultusunda vardığımız sonuçlardır. En çok zorlandığım kısım çıkarımdır çünkü gözlemde gördüğümüzü yazıyoruz ama çıkarımlarda bilgi ve hayal gücümüzü kullanıyoruz. Gözlemde hayal gücü kullanılmaz ama çıkarımda gereklidir. Teori kavram ya da olgular arasında ilişki kurar fakat bilindiği gibi yasalarla teori arasında hiyerarşik bir düzen yoktur. Buradan bugüne kadar biyoloji dersinde öğrendiğimiz, bilimsel yöntem basamaklarının yanlış olduğunu öğrendik. Yani yasa ve teoriler birbirine dönüşemezler. Teoriler daha soyuttur ve daha çok varsayımlara dönüşür, gözlenemezler. Örneğin; modern atom teorisi, formülle ifade edilemez. Deneylerde hayal gücü ve şans etkilidir. Mesela Colladon'un deneyi başarısız olmuştur. Bu olay o bilim adamının şanssızlığını gösterir. Eğer Colladon'un şansı yaver gitseydi bugün Faraday Yasası yerine Colladon'un Yasası'nı görüyor olabilirdik." (K_1)

"Gözlem yaptığımız deney üzerindeki farklılıklar. Çıkarım bu deneyin neden, nasıl olduğunu anlatmak yorumlamak. Eğitim düzeyimiz, hayal gücümüz farklı görüşler çıkarımı etkiler. Teoriler çürütülebilir. Zamanla başka bilim insanlarının yaptığı deneyler eski teoriyi çürütür. Yasalar da teoridir, yasalar da çürütülebilir." (K_2)

"Gözlem, mıknatıs ya da bobini hareket ettirdiğimizde miliampermetrede değişimlerin olması. Çıkarım, mıknatısta neden olan sapma. Teoriler birbiriyle ilişkili olan kanunların bütünüdür. Yasaları içinde barındırabilir. Yasaları, deney ve gözlemle değerlendirilebilir. Ancak teoriler böyle değildir."

"Yasa ile teori arasındaki benzerlik gözlem ile çıkarım arasındaki benzerliğe benzer. Çıkarımlar teoriye, gözlemler ise yasalara." (K_3)

"Bu deneyde gözlemlediğimiz bir bobin içerisinde manyetik alan oluşumu ve manyetik alanın akım göstermesidir. Mıknatısımızın N ve S kutbunun hareketliğinin sonucu değişen değerleri gözlemledik. Çıkarım, bobin içerisinde konan mıknatısın manyetik alan oluşturması. Bizim çıkarımlarımızın yeterli olmamasının sebebi ise, bu konu üzerinde yeterli bilgiye sahip olmamamız, çalışmamamız, fikirlerimiz ve zekamız ile ilgilidir. Yani yeterli yorumu yapıp yapmadığımızla ilgilidir. Teoriyi bir elma olarak düşünürsek yasalarda onun çekirdeği gibidir. Yani teori bir konuyu bağımsız olarak alır. Sonra o teorinin içerisinde birtakım sonuçlar vardır. Bunlar da yasalardır. Teorinin genellikle bir formülü yoktur. Ama yasaların formülü vardır. Yani teori varsayımlar üzerine yapılmıştır. Şimdi bir varsayımdan yola çıkarak yasanın oluşması da kaçınılmaz olacaktır. Teoriler yasaların açıklamalarıdır. Çıkarımlar teorilere, gözlemler de yasalara benzer." (K_4)

"Gözlem, bir deney üzerinde olan olayları gözlemlemek iken çıkarım gözlemlediğimiz olayları sonuca vardırmak ve tahminlerde bulunmaktır. Gözlem yapmak o kadar zor değildir. Veriler üzerinde gözlemlediklerimizi alırız fakat çıkarım böyle değildir. Hayal gücü ve bilgi birikimi önemlidir ve gözlemleri açıklayan doğru bilgilere varmak zordur. Bugün teorilerin içerisinde de yasaların olduğunu öğrendim. Teoriler daha çok varsayım olarak kabul edilir. Yasalar teorilere göre daha kesin bilgilerdir. Teoriler araştırılırken birbirinden farklı bir şekilde araştırılır. Teorilerde yasalar arasındaki ilişkileri araştırılır. Örnek olarak bir elmayı yere attığımızda yere düşmesi herkesçe aynı olarak kabul edilir yani yasalar daha somuttur. Teoriler ise daha çok varsayımlara ve sonuçlara varılmaya çalışır. Teoriler ve yasalar birbirinden farklıdırlar. Bir deney düzeneği kurulurken bilim adamı için şans, hayal gücü vb. önemlidir. Bunu bir örnekle açıklarsam: Colladon bir deney yapmıştır. Deneyde miliampermetreye kabloları bağlayarak başka bir olaya gitmiş ve etkileşim olamamıştır. Bu deneye benzer Faraday bir deney yapmıştır ama daha yakın bir şekilde

yapmıştır ve mıknatısla etkileşim gözlemlemiştir yani burada anlatmaya çalıştığım bir bilim adamı için şans ve hayal gücü önemlidir." (K_5)

4.2.5 Etkinlik 5'in Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Etkinlik iki ders saati süresi olan 90 dakikada tamamlandı. Etkinlikten önce hazırlanıp sınıfa getirilmesi gereken kutu EK-7'de Şekil 5.1'de verilmiştir. Kutunun içerisindeki düzenek ise EK-7'de Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Kutunun içerisinde kurulan düzenek için bir bobin, demir çekirdek ve bir metal halka kullanıldı. Yuvarlak olan metal halka alüminyumdan yapılmıştır. Demir çekirdeğe geçirilen bu alüminyum halka, bobine alternatif akımın verilmesiyle kutudan dışarı fırlayacaktır. Öğrenciler ise kutunun dışından içerisindeki mekanizmayı değil, sadece bir halkanın hızla yukarıya doğru fırlayışını gözlemleyeceklerdir.

Etkinlik için EK-7'de Şekil 5.1'deki düzenek, öğrencilerin içerisini göremeyecekleri bir kutuya koyularak, önceden hazırlanmış şekilde sınıfa getirildi. Öğrencilerin kutuya yaklaşmasına ya da üzerindeki delikten içerisinde ne olduğuna bakmasına izin verilmedi. Ayrıca kutunun üstü bir örtüyle de örtüldü. Öğrenciler merakla içerisinde ne olduğunu görmek istemiş ve yapacakları etkinlik hakkında sorular sormuşlardır. Öğrencilerin heyecanı üzerine, herkesin yerine oturması istendi. Daha sonra kutu herkesin rahatça görebileceği bir masanın üzerine konuldu. Öğrencilerden yapılacak deneyi çok dikkatli şekilde gözlemlemeleri ve isterlerse deneyin tekrar edilebileceği söylendi. Deneyde AC gerilim kaynağı olarak 220 V kullanılması gerektiği için, etkinliğin sadece araştırmacı ya da öğretmen tarafından yapılmasına dikkat edilmiştir. Kutudan dışarı çıkan uçlar prize takılmış ve anahtar kapatılmıştır. Kutunun dışındaki delikten anahtarın kapatılmasından hemen sonra, metal halka aniden dışarı fırlamış ve öğrenciler büyük bir şaşkınlık ve heyecanla olayı gözlemlemişlerdir. Halkanın dışarı fırlaması esnasında çıkan ses ve birden kutudan fırlayan halka öğrencileri hem korkutmuş hem de heyecanlandırmıştır. Öğrenciler yapılan ilk denemede çok heyecanlandıklarını ve olayı iyi gözlemleyemediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle ilk denemeden sonra iki kez daha deney gerçekleştirildi. Bu denemelerin birinde halkanın ilk deneydeki kadar yükseğe fırlamaması üzerine öğrenciler, prize

kabloların daha yavaş yerleştirilmesini istedi. Böylece öğrenciler kabloların prize yerleştirilmesi ile halkanın fırlama hızı arasında bir bağlantı olduğunu söylediler. Ayrıca içerisinde ne gibi bir mekanizma olduğunu da merak eden öğrenciler, kutunun kendi etrafında çevrilerek gösterilmesini istediler. Yaptıkları iyi bir gözlem sonucunda kablo uçlarının prize takılmasıyla beraber çıkan titreşim sesini de fark etmişlerdir. Çıkan sesin nedenini bilmek istediler. Kutunun içerisinde ne gibi olaylar sonuncunda halkanın fırladığını öğrenciler çok merak ettiklerini ve ilgilerini çektiğini söylemeleri üzerine EK-7'dek Şekil 5.3'te verilen formlar öğrencilere dağıtılarak, kendilerinden yapılması istenilenler açıklanmaya başlanmıştır.

Öğrencilerden verilen formdaki soruları dikkatle okuyarak yanıtlamaları istendi. K_1 ile kodlanan öğrenci, bu olayın manyetik akı değişimiyle ilgili olduğunu söyledi. Bunun üzerine öğrencilerden formdaki soruları diğer arkadaşlarına danışmadan ya da yardım almadan sadece kendilerinin doldurması istendiği söylendi. Öğrenciler soruları okumaya başlayarak yanıtlamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin zorlandıkları ya da yardım istedikleri noktalarda gerekli açıklamalar yapıldı. Formun ilk sorusunda olayla ilgili olan gözlemlerini yazmaları istenmiştir. Formun ikinci sorusunda gözlemledikleri farklı ve ilgi çeken bu olayı açıklayan bir hipotez kurmaları istenmiştir. Gözlemlerine ve çıkarımlarına dayanan bir hipotez önermeleri için günlük hayattan ya da okulda öğrendikleri önbilgilerden yararlanmaları beklenmiştir. Bu da bilimin oluşmasında önbilgilerin önemini vurgulamak için iyi bir fırsat oluşturmuştur.

Tüm öğrencilerin üçüncü soruya geçmeden hipotezlerini tamamlayarak diğer arkadaşlarını beklemesi istendi. Öğrencilerin forma yazdıkları yanıtlar ise aşağıdaki gibidir:

"Eğer kutunun içinde bir metal varsa, bu metal manyetik akı değişimiyle manyetik alan oluşturur ve alüminyum olan halkayı itebilir. Yavaş taktığımızda Δt büyüdüğü için manyetik alan azalır. Bu yüzden halka fırlayamaz. Yani kutunun içindeki manyetik alanda yukarı doğru $\vec{F}$ kuvveti oluşur." (K_1)

"Kara kutunun içerisindeki yukarı doğru duran halkalar olduğunda akımı verdiğimizde yukarı doğru olan akım alüminyum halkaya yukarı doğru bir hareket yapmıştır. Alüminyum maddeyi ne mıknatıs çeker ne de başka bir şey." (K_2)

"Eğer içinde üreteç varsa kabloyu taktığımızda akım üretece gider ve bu akımın gittiği yerde manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanın etkisiyle cisim dışarı fırlar. Halka üzerinden akım geçer ve manyetik alan yukarı doğru olur. Bu etkiyle fırlar." (K_3)

"Alüminyumu mıknatıs çekemez. Mıknatıs demir bir levha üzerine mıknatısta demir levhanın altına yerleştirilmiş olabilir. Demir levhalar prizden bir akım gönderildiğinde her mıknatısın manyetik alanı hem de demirin elektromıknatıslık özelliği kazanması alüminyumun akımla temas ettiği için dışarıya fırlamış olur." (K_4)

"Kutunun içerisinde alüminyumu itecek bir şey olabilir. İçerisinde demir gibi bir cisim vardır. Manyetik alanın etkisiyle fırlayabilir sadece." (K_5)

Her öğrenciden ilk olarak hipotezlerini kendilerinin oluşturması istenmişti. Bu aşamada ise bu hipotezlerini sırayla okuyarak diğer arkadaşlarıyla paylaşması istenmiştir. Öğrencilerin önerdiği hipotezlerin hepsi onaylanmadan kabul edilmiştir. Öğrencilere *"Diğer arkadaşlarınızın hipotezlerini dikkatle dinleyiniz. Hangi hipotez sizce daha güçlü ya da zayıf olduğuna karar veriniz"* açıklaması yapılarak, beraber çalışmanın ve verilerle uyuşan mantıklı bir hipotez önermenin önemini tartışmaları beklenmiştir. Öğrenciler sırayla kurdukları hipotezleri arkadaşlarıyla paylaşmış fakat birbirinin kurdukları hipotezler hakkında yorumda bulunamamıştır. Açıklamaları bir temele dayanmasına rağmen, tam olarak halkanın nasıl fırladığını belirtemedikleri görüldü. Herhangi bir tartışma ortamının oluşmaması üzerine öğrencileri biraz daha yüreklendirmek için, hipotezlerini kısaca tekrar kendi cümleleriyle açıklamaları istendi. Bunun üzerine öğrencilerden bazıları hipotezlerini aşağıdaki gibidir:

"Kutunun içerisinde bir demir çubuk olduğunu ve halkanın buna tırmanarak fırladığını düşünüyorum. Olayın ise $\Delta\Phi/\Delta t$ ile ilgili olduğunu düşünüyorum. İndükleme var. Ayrıca K_3 sağ el kuralını yanlış yerleştirmiş. " (K_1)

"Kutunun içerisinde bir elektromıknatıs oluştuğunu düşünüyorum. Ayrıca kutunun içerisinde demir çekirdek olup olmadığını bilemeyiz." (K_4)

"K_1'in kurduğu hipoteze göre halkanın yana doğru gitmesi gerek. K_4 için ise elektromıknatıs fırlatmaz, metali kendine çeker." (K_3)

K_2 ve K_4 ise diğer öğrencilere kendi hipotezlerinin doğru olduğunu iddia ederek, her biri kendi kurduğu hipotezin mantıklı olduğuna ve verilerle uyuştuğuna inandırmak için açıklamaya çalıştı. Öğrenciler birbirleriyle tartışırken, öğretmenlerine de danışarak hipotezlerini güçlendirmek istediler. Tüm hipotezlerin açıklanması bittikten sonra,

öğretmen tarafından hepsinin onaylanmasına karşı çıktılar. Bir tanesinin doğru olması gerektiğini ve hangisinin doğru olduğunun söylenmesini istemişlerdir. Öğrencilere bu nedenle *"Bir hipotezin sizce geçerli olmasını sağlayan nedir?"* sorusu soruldu. Öğrenciler bir süre düşündükten sonra bir hipotezin ne gibi özellikleri olduğunu biyoloji dersinde öğrendiklerini söyledirler. Buna göre bir hipotezin mantıklı olması ve verilerle uyuşması gerektiğini, aksi takdirde eskisinin yeni bir hipotezle değiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Öğrencilere *"O halde hipotezinizi aldığınız eleştirilere göre tekrar gözden geçiriniz. Hipotezinizde verilerle bir uyum yoksa gerekli değişimleri yapınız"* denildi. Bunun üzerine K_4 ve K_5 ise hipotezlerini değiştirmeyeceklerini belirtmişlerdir. Diğer öğrenciler ise şu açıklamaları yapmışlardır:

"Benim hipotezime göre halkanın yana doğru fırlaması gerek. Bu nedenle hipotezde düzeltme yapmam gerekli. İkinci hipotezime göre kutunun içinde metal bir halka vardır. Halkanın ortasında demir bir çubuk olabilir. Manyetik alan yukarı doğru olduğundan alüminyum halka demir çubukta tırmanır ve fırlar." (K_1)

"Benim hipotezim verilerle uyuşuyor. Bu nedenle değiştirmeyeceğim." (K_2)

"K_1'in söylediği bana da mantıklı geldi. Bu nedenle içerisinde bir demir olduğunu ve onun üstünden tırmanarak fırladığını düşünüyorum. Sağ el kuralındaki yanlışlığı düzelteceğim." (K_3)

Öğrencilere *"Aynı veri ve gözlemlerden yola çıkarak nasıl farklı hipotezler kurdunuz?"* sorusu soruldu. Öğrenciler diğer etkinliklerde bilimin doğasının bu unsurunun vurgulandığından şikâyet etmiş ve hemen bilimsel bilginin subjektif ve yaratıcı doğası hakkında gerekli açıklamayı yapmışlardır. Bir öğrencinin verdiği yanıt ise aşağıdaki gibidir:

"Hepimizin yaratıcılığı, hayal gücü ve geçmiş bilgileri farklı olmasından dolayı hepimiz farklı etkileniyoruz. Bu nedenle de bu olayın nedenini farklı düşünebiliriz." (K_1)

Öğrencilerden formda yer alan üçüncü ve dördüncü soruyu yanıtlamaları istendi. Öğrencilerin önerdikleri hipotezleri verilerle kanıtlamaları gerekmektedir. Bu nedenle formun üçüncü sorusunda hipotezlerini test etmeleri için neler yapacaklarını ve buna uygun ne gibi değişiklikler gerektiğini açıklamaları istendi. Formda yer alan öğrenci cevapları şöyledir:

"Manyetik alan etkisinin varlığını anlamak için diyamanyetik bir madde koyarım. Eğer etkilenmezse bu olay manyetik alandan kaynaklanıyordur. Ayrıca bu kutunun çıkan kabloları doğru akıma bağlayıp etkisini gözlemlerim." (K_1)

"Hipotezde yazdıklarımızı bir deney ile test ederiz. Başka maddeler kullanırız. Ulaştığımız en yakın sonucu gözlerim." (K_2)

"1. Alüminyum yerine demir ya da tahta konulabilir."

"2. Verilen akım değiştirilebilir (doğru ve alternatif akım)."

"3. Akım şiddeti değiştirilebilir." (K_3)

"Alternatif akımı azaltıp arttırılabilir. Alüminyumun yerine demir koyup manyetik alan özelliğine tekrar bakabiliriz. Alternatif akımı doğru akıma çevirelim." (K_4)

"İçersine bir kâğıt koyduğumuzda etkileşim olmuyorsa yani alüminyumla etkileşim olan bir şeydir. Karton koyduğumuzda da etkileşim yoktur." (K_5)

Öğrencilerin formun üçüncü sorusuna verdikleri yanıtlara uygun olarak istenilenler yerine getirildi. İlk olarak alternatif akım yerine, en fazla 12 V gerilim veren doğru akım kaynağı kullanılarak deney tekrar edildi. Doğru akımın şiddeti değiştirilerek denemeler yapıldı ancak halkanın kutudan fırlamadığı görüldü. Ayrıca metal yerine tahta ve kağıttan bir halka kutu içerisine konuldu fakat yine halkaların kutudan fırlamadığı gözlendi. Öğrencilerin hipotezlerini desteklemesi için istedikleri değişikliklerin yapılmasından sonra, *"Kurduğunuz hipotezler tasarladığınız deneyleri destekledi mi*?" sorusu soruldu. Öğrencilerin kanıtlamak ve desteklemek kelimelerini aynı anlamda ya da kararsızca kullandıkları görüldü. Bu nedenle öğrencilere *"Hipotezler kanıtlanır mı yoksa desteklenir mi?"* sorusu yöneltildi. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"İçini göremiyoruz. Bu nedenle kanıtladık diyemeyiz." (K_1)

"Deney yaptık ve bunun sonucunda bence kanıtlamış olduk." (K_2)

K_2 dışındaki diğer öğrenciler hipotezlerin desteklendiğini, kanıtlanmadığını söyledi. K_2'nin kararsızlığı üzerine diğer öğrencilere de *"Kutunun içerisinde nasıl bir mekanizma olduğunu biliyor muyuz?"* sorusu soruldu ve asla içini göremeyecekleri tekrar hatırlatıldı. Hipotezlerin test edildiğinde verilerle desteklendiği ancak kanıtlanamayacağını çünkü hiçbir zaman gerçekte kutunun içerisinde ne olduğunun görülemeyeceği belirtildi. Kutunun atomu kendilerinin de atom modelleri üstüne çalışan bir bilim insanı olduklarını düşünmelerini ve hiçbir zaman detaylarını tam olarak

bilemeyecekleri ancak yapacakları deneyler sonucunda elde edilen verilerle atom hakkında bilgi sahibi olabilecekleri açıklandı. Rudherford'un altın plakalarla yaptığı deney kısaca anlatıldı ve deneyin sonucunda aldığı verilere göre nasıl bir model kurduğu açıklandı. Bu nedenle de bilimsel bilginin asla kesin olmadığı ve değişebilir bir doğaya sahip olduğu vurgulandı.

Öğrencilerden formun dördüncü sorusunu yanıtlamaları istendi. Dördüncü soruya göre halkanın nasıl fırladığını açıklayan bir model oluşturarak, bu modeli form kâğıtlarına öncelikle çizecek ve daha sonra gerekli malzemeleri temin ederek test edeceklerdir. Öğrencilere önceki etkinliklerde öğrendikleri ancak tekrar vurgulanması gerekli olan *"Bilimsel modellerin ne gibi özellikleri olduğunu açıklayınız"* sorusu tekrar soruldu. Öğrenciler bilimsel modellerin özelliklerini çok iyi öğrendiklerini belirtip, hepsi birden bu özellikleri sıralamaya başlamıştır. Bir öğrencinin yanıtı ise aşağıdaki gibidir:

"Gözlemlediğimiz ancak ayrıntılarını bilmediğimiz bir olayı öğrenmemiz için oluşturulan ancak o olayın birebir kopyası olmayan temsillerdir." (K_3)

Hipotezlerine uygun olarak oluşturacakları mekanizmanın nasıl çalıştığını açıklamaları ve bunu çizimleriyle desteklemeleri istenmişti. Öğrenciler bir yandan çizimlerini yaparken bir yandan da çok zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Cevaplardan abzıları şöyledir:

"Aslında aklıma gelen çok şey var. Ancak bunları mantıklı olarak bir araya getiremiyorum." (K_5)

"Ben tamamen saçmaladım zaten. Niye tırmanıp fırlasın?" (K_1)

"Hocam sizce en mantıklısının hangisi olduğunu artık söyler misiniz?" (K_4)

Öğrencilere verilerle uyuşan tüm hipotezlerin mantıklı olduğu sürece, halkanın fırlaması olayını açıkladığını ve bu hipotezlerin kabul edilebileceği söylendi. Çizimlerini tamamladıktan sonra çizdikleri düzeneklerde hangi malzemelere ihtiyaç olduğunu tespit etmeleri istendi. Bu malzemeleri laboratuvardan temin ettikten sonra deneylerini sırayla hazırlayarak mekanizmanın halkanın fırlaması olayını nasıl açıkladığına bakıldı.

K_2'nin isteği üzerine ilk olarak çizdiği modelin düzeneği hazırlandı. K_2 bobinin üzerine alüminyum halkayı yerleştirmiş ve bobini de 220 V'a bağlamıştır. Kablolar takıldığında halka fırlamış ve K_2 hipotezinin geçerli olduğunu sevinçle belirtmiştir.

K_1 ve K_3 ise bunun üzerine hemen kendi deney düzeneklerinin yapılmasını istedi. Bu nedenle K_2'nin düzeneğine ek olarak bobin içerisine bir demir çubuk yerleştirildi ve alüminyum halka da bu çubuğa geçirildi. K_3, K_1'den etkilenerek hipotezini değiştirdi. Kabloların prize takılmasıyla halkanın ve bobinin fırlaması öğrencileri ilk olarak korkutmuş, daha sonra ise sevinçle hipotezlerinin desteklendiğini söylemişlerdir. Gözlemlerinde elde ettikleri verilerle tam bir uyum isteyen öğrenciler, kutudan gelen titreşim sesinin de gelip gelmediğini merak ettiklerini söylemişlerdir. İlk denemede heyecandan bunu fark etmediklerini söylemişlerdir. Bu nedenle birkaç kez daha deneme yapmışlardır. K_4 ve K_5 ise çizdikleri deney düzeneğini yapmayacaklarını çünkü mantıklı olmadığını belirtmişlerdir.

Öğrencilerden yanıtlanması istenen formun tüm sorularının yanıtlanması ve bu düzeneklerin de test edilmesi üzerine, etkinlikte neler yapıldığının ve neler üzerinde durulduğunun kısa bir özet yapıldı. Öğrenciler etkinliğin bittiğini anlaması üzerine karşı çıkarak kutunun içerisindekinin kendilerine gösterilmesini istediler. Öğrencilere bilimsel modellerin özellikleri tekrar hatırlatılarak, bilim insanlarının da kurdukları modellerin gerçekte o olayın birebir kopyası olmadığı ve bu nedenle gerçekte ne olup bittiğini bilmedikleri açıklandı. Bu nedenle de zamanla gelişen teknolojiyle elde edilen verilerin değişmesi ya da tekrar yorumlanmasıyla bilimsel modellerin değiştiği belirtilmiştir. Öğrenciler o halde kitaplarındaki tüm bilgilerin bir gün yanlış olabileceğini söylemeleri üzerine bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerinde tekrar tartışıldı. Öğrencilerin bilimsel bilgiyi oluşturmak için bir bilim insanı gibi çalıştıkları tekrar vurgulanarak etkinlik sonlandırıldı.

4.2.6 Etkinlik 6'nın Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulgular

Etkinlik iki ders saati süresi olan 90 dakikada tamamlandı. Etkinlik için EK-8'de Şekil 6.1'de verilmiş olan okuma parçası öğrenci sayısı kadar çoğaltıldı. Öğrencilerden kendilerine dağıtılan kağıtta yer alan okuma parçalarını dikkatli bir şekilde okuması istendi. Yeterince beklendikten sonra EK-8'de Şekil 6.2'de verilen formlar öğrencilere dağıtıldı. Öğrencilere *"Okuduğunuz parçalara göre formda yer alan soruları yanıtlayınız"* talimatı verildi. Öğrencilerin formdaki soruları kendilerinin yanıtlamaları

ve diğer arkadaşlarından yardım almamaları, eğer yardım isterlerse öğretmenlerine sormaları istendi. Formdaki soruları yanıtlamalarını bitirmeleri için bir süre beklendi. Soruları yanıtlamaları bitirdikleri görüldükten sonra, yanıtlarını sırasıyla söylemeleri istendi. Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlara göre, o soruda vurgulanmak istenen bilimin doğası unsuru hakkında tartışmaları amaçlanmışır. Değerlendirme formunda Romognosi'nin bir bilim insanı olup olmayacağının tartışıldığı birinci soruya verilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bence bilim insanıdır. Ama şanssız bilim adamıdır. Yani bilim adamına da şans gereklidir." (K_1)

"Romognosi'ye bilim insanı diyemeyiz. Oersted'in yaptığı yani tesadüfen bulduğu elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkiden yararlanmış." (K_2)

"Tabi ki bilim insanı diyebiliriz. Çünkü Romognosi bu bilgileri bulmak için uğraşmış ve bir çaba sarf etmiştir. Sonuçta bu bilgiyi ilk bulan odur." (K_3)

"Bilim insanı diyebiliriz. Ama Romognosi'nin hukukçu olması o dönemde ve bu dönemde de olsa fizikle uğraşması garip olabilirdi." (K_4)

"Evet diyebiliriz çünkü bilim insanı aynı bilgiler üzerinde durabilirler ve aynı buluşları yapabilirler." (K_5)

Öğrenci yanıtlarına göre çeşitli sorular sorularak bir tartışma başlatılmak istendi. Örneğin öğrenciler arasında şu şekilde bir konuşma geçmiştir:

Öğrenci: *Bu kişi o gazetenin saygın olmadığını bilmiyor muymuş? Neden bir bilim dergisine göndermemiş? O zamanlar bunun için para mı gerekliymiş?* (K_3)

Öğretmen: *Romognosi'nin hukukçu olduğunu unutmayalım. Belki de nasıl bir dergi olması gerektiğini bilmiyordur.*

Öğrenci: *Bence de hukukçu olmasından kaynaklanıyor. Bir hukukçu yeterli bilgiye sahipse bu girişimlere bulunması gerekirdi.* (K_4)

Öğretmen: *Peki siz bir çalışma sonucunda bilimsel bir bilgi oluşturdunuz fakat bunu kimseye duyurmadınız. Yine de bilimsel bir çalışma yapmış olur musunuz?*

Öğrenci: *Kimseye bir faydası olmaz ancak yine de bilim yapmış oluruz.* (K_1)

Öğrenci: *Duyurulmazsa zaten ne yaptığını ya da bilim olup olmadığını da bilemeyiz ki. Romognosi duyurmuş mesela kendini.* (K_3)

Öğrenci: *Ben yanlış anlamışım. Cevabımı düzeltiyorum. Romognosi bilim insanıdır.*(K_2)

Öğrenci: *Bence bilim insanıdır ama hukukçu olmasından dolayı insanlar onu ciddiye almamış.* (K_4)

Öğretmen: *Peki bir insanın bilimle uğraşı için bir kimyager ya da fizikçi mi olması gerekir? Bir hukukçu bilimle uğraşamaz mı?*

Öğrenci: *Uzman olduğu bir alan vardır ve insanlar da bu alandaki çalışmalarını izler.(*K_5)

Öğretmen: *Biyoloji dersinde gördüğünüz kendi adıyla anılan Mendel yasalarını öne süren kişi bir rahiptir. Manastırının arka bahçesinde bezelyelerle yaptığı çalışmayla kalıtım yasalarını ortaya koymuştur.*

Öğrenci: *Biyolojide bir yasayı ortaya koyabilir ve bu bir tane. Ancak fizikten bir yasayı ortaya koyması beklenemez. Herkes ilgi alanında çalışmalı.* (K_1)

Öğrenci: *Hepsine birden merak duyamaz ki. Bilgileri de buna yetmez.* (K_2)

Öğretmen: *Ancak insanlar merak ederek faklı alanlarda da çalışmalarda bulunabilir. Bir diğer örnek ise A.B.D başkanı Benjamin Franklin, yine bir Geometri kitabı yazan Mustafa Kemal Atatürk ve siyasetçi ayrıca Fizik dalında Profesör olan Erdal İnönü olarak verilebilir. Bu nedenle bir hukukçu da bir doğa olayını merak edip araştırmış olabilir. Saygın bir dergide yayımlanmasa da o kişi bilimsel bir çalışma yapmış diyebiliriz.*

Öğrencilerin bu noktada hem fikir olmalarıyla birlikte bilim tarihinden daha fazla örnek verilmeyerek diğer soruya geçildi.

Formun ikinci sorusunda Oersted'in keşfinde nasıl bir bilim yöntemi kullandığı sorulmuştur. Öğrenciler bilimsel metodun bilinen basamaklarıyla değil, tesadüfen gözlemini gerçekleştirdiğini söylediler. K_3'ün bunun bilimsel bilgiyi elde etmede bir yol olmadığını söylemesi üzerine öğrencilere *"Bilimsel bilgiyi elde etmek için her zaman bir yöntem, kural ya da metot mu olmalıdır?"* sorusu soruldu. Öğrenciler her zaman uyulması gerekli bir metodun olmayacağını ancak tesadüf ya da şansın da bir yere kadar bilim insanlarına yol göstereceğini söylediler. Öğrencilere *"Bilimsel bir çalışma daima problemin kurulması ile mi başlar?"* sorusu soruldu. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Tesadüfen bulabilir. Hiç o konuyu düşünmezken birden aklına gelebilir." (K_1)

"Çok merak ettiği bir konuyla ilgilenebilir." (K_5)

"Olabilir ancak bu nadir bir durum olur. Her zaman da olmaz." (K_3)

Öğretmen*: "İlk olarak problem belirlenmesi, daha sonra gözlem, deney, veriler elde edilmesi gibi devam eden süreç bilimsel metot olarak bilinir. Bu metot bilimsel bilgiyi elde etmede anahtardır fakat bunun dışında da pek çok yolla bilimsel bilgi elde edilir."*

"Ancak her zaman bunun olması gerekmiyor." (K_5)

Bilimsel bilgiyi elde etmede tek bir yöntem ya da yolun olmadığı vurgulanarak, tüm öğrencilerin hem fikir olduğu görülmüş ve diğer soruya geçilmiştir.

Formun üçüncü sorusunda öğrencilere Faraday'ın ordu için neden zehirli gaz yapmadığı sorulmuştur. Öğrenciler okuma parçasında Faraday'ın bu teklifi dini duygularından dolayı reddettiğini öğrenmiş ve bunun üzerine yorum yapmışlardır. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Bence reddetmesi doğru bir şeydir. Bilim, insanları yok etmek için kullanılmamalıdır. Bilim insanlar için gerekli olan bir şeydir. İnsanları yok edecekse anlamı yoktur." (K_1)

"Bence bu yanlış. Bilim insanı tarafsız olmalıdır." (K_2)

"Bu doğru bir davranıştır. Bilim insanının görevi insanlık için faydalı şeyler üretmektir. Faydalı şeyler yapılsın, neden silah yapılıyor ki?" (K_3)

"Bu doğru bir davranış değildir. Ancak bir yandan da doğru bir davranıştır. Burada yani yeni bir gelişme olabilirdi. Örneğin X ışınları zararlı fakat daha sonra röntgende kullanılacağı fark ediliyor. Burada da böyle bir şey söz konusu olabilirdi."(K_4)

"Bu düşüncesi çok yanlıştır çünkü dini duygularını ortaya atmaması gerekirdi."(K_5)

Öğrencilerin yanıtlarını açıklamaları üzerine, Faraday'ın davranışında haklı ya da haksız oluşu hakkında tartışmaya başladılar. Faraday'ın davranışından dolayı hatalı bulan öğrenciler bilim insanının tarafsız olması gerektiğine dayanarak cevaplarını savundular. Aksini düşünen öğrenciler ise bilimin, insanlar için zararlı değil faydalı olması gerektiğini söylediler. Bunun üzerine öğrencilere atom bombasının yapılmasından söz edildi: *"Bilim insanları da atom bombasının yapılması konusunda büyük bir çelişkiye düşmüşlerdi. Bir kısmı bunu desteklemezken, bir kısmı ise bu bilimsel buluşun arkasında duruyordu. Sonuçta atom parçalanmıştı ancak açığa çıkan*

enerjinin insanları yok edecek olması sorundu." Öğrenciler bu açıklama üzerine şu yanıtı vermişlerdir:

"Atom parçalansın ancak bu teknolojik gelişmelerde kullanılsın, bomba yapmakta değil. Bilim insanı dini duygularından her zaman etkilenmemeli. Örneğin klonlama insanlık için iyi bir şey ve yapılması izin verilmeli." (K_1)

"Bunu bilemezsin ki! Bilim adamları yapar, bu bir gelişmedir ama sonra kötü kullanılırsa ne yapabilirler ki?" (K_4)

Öğrencilere *"Bilim insanı tarafsız olmalıdır dediniz. Bilim insanı yaptığı çalışmanın hangi basamağında tarafsız olmalı? Ayrıca siz bir bilim insanı olsanız ve ülkenizin ordusu bu teklifle gelse cevabınız ne olurdu?"* sorusu soruldu. Öğrenciler sonuçları yorumlamada bilim insanı yaratıcılığını, hayal gücünü ve geçmiş bilgileri kullandığından, bu noktada tarafsız olamayacağını belirtiler. Ancak alınan deney sonuçlarını ya da değerlerini kendi çıkarları için değiştirmemesi gerektiği ve bu nedenle gözlem ve deneylerini yaparken tarafsız olmaları gerektiğini belirttiler. Ayrıca Faraday'ın davranışının doğru olduğunu belirten öğrenciler, kendi ülkelerinden böyle bir teklif gelirse kabul edeceklerini söylediler. Öğrencilere Faraday'ı haklı buldukları halde, neden kendilerinin bu teklifi kabul edecekleri sorulduğunda, milli duygularından etkilenerek ülkeleri için yapacaklarını söylemişlerdir. Böylece öğrencilere bilim insanlarının da yaşadıkları kültürel çevrelerinden, ailelerinden ve dini duygularından etkilenebilecekleri üzerinde duruldu. Bilimsel bilgiyi elde etmede, sonuçları yorumlamada bilim insanının tarafsız ve objektif olmasının beklendiğini ancak bunun dışında bilim insanının objektif olamayacağı vurgulanarak diğer soruya geçildi.

Formun dördüncü sorusunda manyetik alan çizgilerinin nasıl ortaya çıktığının açıklanması istendi. Öğrencilerin tamamı soruya yanıt olarak Faraday'ın sezgilerine güvenerek oluşturduğu bu çizgilerin yaratıcılık ve hayal gücünün ürünü olduğunu yazdılar. Öğrencilere manyetik alan çizgilerinin bir model olduğu hatırlatılarak, bilimsel modellerin özellikleri soruldu. Öğrenciler önceki etkinliklerde de vurgulanmış olan bu özellikleri hemen açıkladılar. Her bilim insanının verileri yorumlamasının yanında yaratıcılık ve hayal gücünün farklı olduğu hatırlatılarak bilimsel bilginin subjektif doğasına da değinildi. Cevalardan bazıları şöyledir:

"Manyetik alan çizgileri gerçek değil, hayal ürünüdür. Dünya'nın etrafındaki meridyenler gibi. Gerçekte olmamasına rağmen, bu konuyu öğrenmemizi sağlar." (K_3)

"Gerçekte o çizgiler arasında manyetik alan yok değil ancak konuyu bu şekilde öğrenmek daha kolay olduğundan çiziyoruz." (K_1)

Öğrencilerden gelen yanıtların yeterli görülmesi üzerine formun beşinci sorusu okunmaya başlandı ve öğrencilerden yanıtlarını belirtmeleri istendi. Soruda Henry'nin Faraday ile aynı deney ve gözlemleri yapmasına rağmen neden yayımlamadığı soruldu. Öğrenciler bilim insanının kendine güven ve cesaret duyması gerektiğini syölediler. Bu nedenle öğrencilere *"Bilim insanlarının ne gibi özelliklere sahip olması gerekir?"* sorusu soruldu. Öğrenciler araştırmalarının bazı noktalarında objektif ve kendine güvenen kişiler olması gerektiğini söylediler. Bunun üzerine bilim insanlarının genel inanışın aksine tek başına çalışmadığı, içerisinde bulundukları sosyal ve kültürel çevreden etkilendikleri açıklandı. Öğrencilere *"Faraday ve Henry aynı olayı gözlemlemiş fakat farklı bilimsel kavramları ortaya atmışlardır. Bunun nedeni sizce nedir?"* sorusu soruldu. Öğrenciler Henry'nin Faraday'dan önce indüklenmeyi bulduğunu ancak göstergenin sıfıra gelmesinin onu korkutarak yayımlamasına engel olduğunu açıkladılar. Faraday indüksiyon, Henry ise öz-indüksiyon ile bilindiğini belirtilerek çıkarımlarının farklı olduğunu söylediler. Böylece bilim insanları birbirinden habersiz olarak aynı konu üzerinde aynı deney ve gözlemleri yapsalar dahi, birinin çıkarımda bulunamaması ya da farklı bir çıkarımda bulunmasının olası olduğu açıklandı. Bunun nedeni de bu iki ayrı insanın yaratılık ve hayal güçlerinin, geçmiş bilgilerinin ve belki de sosyal çevrelerinin onları farklı yönde etkilemesinin olduğu vurgulandı.

Formun altıncı sorusunda Maxwell'in oluşturduğu teoride kaç farklı bilim insanının katkısı olduğunun belirtilerek, teorilerin nasıl bilgiler olduğunun açıklanması istendi. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Bu teoride Faraday ve Gauss olmak üzere iki bilim adamının katkısı vardır. Yani bilim geliştirilebilir. Ayrıca Maxwell'in ileri sürdüğü teoride başka iki bilim adamı tarafından çürütülmüştür. Yani bilgi değişebilir." (K_1)

"Faraday, Lenz ve Gauss'un katkıları vardır." (K_2)

"Bu teoride Faraday ve Gauss adlı iki bilim adamının katkısı vardır. Bu yüzden bilimsel bilgi ortaklaşa olarak bulunabilir ve değişebilir." (K_3)

"Gauss ve Faraday'ın katkısı vardır. Ama Henry de katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca Lenz de katkıda bulunmuş olabilir. Teoriler herkes tarafından kabullenmiş ama kolay kolay çürütülemeyecek bilgilerdir." (K_4)

"Birçok bilim insanının bir konuyu araştırması önemlidir. Çünkü her bilim insanının yorum ve hayal gücü farklıdır ve Maxwell bir bilgi bulmuş ve başka bir bilim adamı tarafından doğru olmadığı kanıtlanmıştır. Bu yüzden teoriler değişebilir." (K_5)

Öğrenci yanıtlarından okuma parçasındaki bilgilerin yanlış anlaşıldığı görüldü. Formda yer alan sorulara verilen yanıtların yeterli görülmemesi üzerine öğrencilere yönlendirici sorular sorularak tartışma başlatılmak istendi. Öğrencilere *"Teoriler sizce ne tür bilgilerdir? Ne gibi özellikleri vardır?"* sorusu soruldu. Cevaplardan bazıları şöyledir:

"Kesin olmayan bilgilerdir." (K_3)

"Değişebilen bilgilerdir." (K_5)

"Pek çok yasayı içeren ve bu yasaları birbirine bağlayan bilgilerdir." (K_1)

"Öğretmen*: "Yasaları teorilerden ayıran özellikler nelerdir?"*

"Teoriler yasalara göre daha geneldir." (K_1)

"Önceden böyle bir şeyi konuşmuştuk. Hatırladığıma göre teorileri evrensel küme olarak belirtmiştim. Teoriler içerisinde yasa bulundurabilen ve bu yasalar arasındaki ilişkiyi açıklayan bilgilerdir." (K_3)

"Teorileri çürütmek kolay değildir." (K_4)

Öğrencilere ilk olarak elektromanyetik teori açıklanarak, teorilerin yapısını anlamaları amaçlandı. Öğrencilerin yasaların teoriye dönüştüğüne dair olan düşüncelerini değiştirmek için ise günlük hayatta kullanılan teori kelimesiyle bilimdeki teori kelimesinin anlamının farklı olduğu vurgulandı. Bunun için üniversitelerde okutulan biyoloji kitabından (Campbell ve Greece) bir bölüm okundu. Öğrenciler kendi biyoloji ders kitaplarında neden farklı yazdığını ya da kendilerine neden böyle öğretildiklerini sorduklarında, kitaplarının da değişip güncelleşeceği söylendi. Campbell ve Greece'in kitabından okunan bölümün bir kısmı aşağıdaki gibidir:

"…bilimin gerçekten ilerlemesini sağlayan şey, daha önce ilişkisizmiş gibi görünen bir dizi gözlem ile deneysel sonucu birbirine bağlayan yeni bir teoridir. Bilimin dayandığı temel taşları, çok sayıda olaya uygun olan açıklamalardır. Newton, Darwin ve Einstein gibi insanlar çok sayıda gerçeği keşfettikleri için değil, geliştirdikleri teorilerin çok kapsamlı açıklama gücünde olmalarından ötürü, bilim tarihinde öne çıkmışlardır."

"…teori teriminin bilimdeki kullanımı ile günlük hayattaki kullanımı birbiriyle çelişir. Çünkü, bilimsel teori çok sayıda kanıtla desteklenen kapsamlı açıklama olmasına karşın, günlük hayatta kullandığımız teori, spekülasyon ya da hipotez anlamına gelmektedir." (s. 19)

Formun yedinci sorusunda ether hakkındaki olayları düşünerek, bilimsel bilginin hangi özelliğinin ortaya çıktığını belirtmeleri istendi. Öğrencilerin formdaki yanıtlarının tamamında bilimsel bilginin değişebilir olduğunu ve Maxwell'in ether düşüncesinin çürütüldüğü açıkladılar. Öğrenciler etherin nasıl bir madde olduğu ve neden Maxwell'in böyle bir maddeyi icat ettiği soruları üzerine, öğrencilere bu olay hakkında geniş bir açıklamada bulunuldu. Maxwell'in elektromanyetik dalganın boşlukta yayılması için bir maddeye ihtiyaç olduğunu düşünmüş ve ether bilgisini ortaya atmıştır. Daha sonra Michelson-Morley tarafından yapılan deney hakkında bilgi verilmiştir. Öğrenciler ether gibi bir maddenin olmasının çürütülmesine rağmen, varlığına halen inanıldığını duymalarına şaşılmıştır. Bunun üzerine bilimin birikerek değil, bazen yeni bilgilerin eskileri kökten değiştirerek ilerlediği açıklandı. Bu ilerlemede bilim çevrelerinin öncelikle bu durumu yadırgadığı daha sonra ise bu bilginin de benimsendiği açıklandı. Öğrencilerin tüm soruları yanıtlandıktan sonra, formun bir diğer sorusuna geçildi.

Formun son sorusu olan sekizinci soruda teorik fizikçi kavramının ne olduğu öğrencilere soruldu. Yalnızca bir öğrenci (K_1) açıklamalarını matematik ve fiziğe dayandırarak yaptığı için teorik fizikçi adını aldığını belirtti. Diğerleri ise okuduğu okul ya da aldığı üniversite eğitiminden dolayı teorik fizikçi denildiğini belirttiler. Bunun üzerine öğrencilere *"Bilim insanları bilimsel bilgiyi elde etmeleri için ne gibi yolları kullanırlar?"* sorusu soruldu. Öğrenciler bilim insanının bir problem üzerinde çalışıp deney yapması gerektiğini belirtmeleri üzerine, *"Maxwell'in nasıl bir deney yaptığını söyleyiniz"* sorusu yöneltildi. Öğrenciler tekrar okuma parçasını okumuş ancak Maxwell'in herhangi bir deney yapmadığını söylediler O halde öğrenciler laboratuvarda çeşitli deneyler yapmayıp, var olan bilgiler arasında bağlantı kuran ve bunları matematiksel olarak açıklayan kişilere teorik fizikçi denildiğini söylediler. Öğrencilerin yanıtları onaylanarak, bazı bilim insanlarının doğayı gözlemleyerek ve deneysel çalışmalarda bulunarak bilimsel bilgiye ulaştığı açıklandı. Bazı bilim insanları ise diğer bilim insanlarının çalışmalarını geliştirerek bilimsel bilgi ortaya koyduğu belirtildi. Maxwell'in çalışması örnek gösterilerek, bir gözlem ya da deney yapmadan Faraday'ın çeşitli çalışmalarla ortaya koyduğu çıkarımlarını matematiksel ifadeye kavuşturduğu

açıklandı. Burada tekrar bilimsel bilgiyi elde etmede, tüm basamaklarına tek tek uyulması gereken bir metodun olmadığı vurgulandı.

Öğrencilerin başka sorusu olmaması üzerine doldurmuş oldukları formlar toplandı ve etkinliklerin bittiği söylendi.

4.3 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulandıktan Sonra Elde Edilen Düşünceleri

Bu kısımda, çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşüncelerin, yapılan bilimin doğası öğretim etkinlikleri doğrultusunda ne gibi değişim gösterdiğini öğrenmek için son test olarak uygulanan anketten ve mülakat çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin bitiminden bir hafta sonra uygulanan bilimin doğası anketinden elde edilen bulgular incelenmiş ve tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra öğrencilerin bilimin doğası profillerindeki değişimi belirleyebilmek için; bilimin doğası anketine verdikleri yanıtlarla yapılandırılmamış mülakat görüntüleri beraber incelenmiştir. Öğrencilerden kazanılması beklenen bilimin doğasının sekiz unsuru hakkındaki profilleri -yeterli, değişken ve zayıf- olarak Tablo 6'daki gibi verilmiştir.

Tablo 6
Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Uygulandıktan Sonra Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceleri

Bilimin Doğasına İlişkin Unsurlar:	**K_1**			**K_2**			**K_3**			**K_4**			**K_5**		
	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z	Y	D	Z
Bilimin kesin olmayan doğası	X			X			X			X			X		
Bilimin deneysel doğası	X			X			X			X			X		
Bilimin öznel doğası	X			X			X			X			X		
Bilimin yaratıcı ve hayalci doğası	X			X			X			X			X		

Bilimin sosyal ve kültürel doğası	X	X	X	X	X
Bilimin çıkarıma dayalı doğası	X	X	X	X	X
Bilimsel teori ile yasanın farkı	X	X	X	X	X
Bilimsel modellerin rolü	X	X	X	X	X

(Yeterli=Y, Değişken=D, Zayıf=Z)

Yukarıda yer alan tabloda görüldüğü gibi bilimin çıkarıma dayalı doğası dışında, öğrencilerin görüşleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Bilimin doğası anketinde yer almayan fakat birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci etkinliklerde kazandırılmak istenen "gözlem ve çıkarım arasındaki fark" unsuru ile ilgili öğrencilerin tamamının görüşlerinin ise yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıdaki tablo incelendiğinde öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde önemli bir ölçüde değişim olduğu gözlenmektedir. Bu değişimler ayrıntılı bir şekilde aşağıdaki gibi incelenmiştir.

a) Bilimin kesin olmayan doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimsel bilginin kesin olmayan doğası hakkında yeterli profile sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin bilimin doğasının bu unsuruyla ilgili olarak ankete verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bilim bazı şeylerin kesin çözüm yolu, bazılarının da geçici çözüm yoludur. Din ve felsefeden ayıran özellik ise teori ve tahminler olabilir. Çünkü bilim her şeyin değişebileceğini savunur. Yani kesinlik kısmen yoktur." (Anket-K_4)

"...yaptığımız kara kutu deneyinde olduğu gibi pek çok bilgiyi yoruma dayalı olarak ortaya attık. Veriler üzerinde doğru tahminler olduğu için kabul edilmiştir. Fakat başka veriler üzerinde doğru tahminler olursa değişebilir." (Mülakat-K_5)

Öğrencilerin ders kitaplarında yer alan ve ikinci etkinlikte Gilbert'ın Dünya'nın manyetik alanının kaynağını hakkında yer alan bilginin güncel olmadığını öğrenmelerini üzerine, ders kitaplarındaki bilgilerin de zamanla değişebileceğini belirtmişlerdir.

b) Bilimin deneysel doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimin deneysel doğası hakkında yeterli profile sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin bilimin doğasının bu unsuru hakkında yapılan ankete verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bence deney gereklidir. Ama her bilgi için deney yapılamaz. Mesela evrim için deney yapılamaz. Ama deney bilimsel bilginin anlaşılması için ve desteklemesi için şarttır. Örneğin; Mendel yasaları deneylerle desteklenmiştir. Böylece daha kolay anlaşılır ve daha somut hale gelir." (Anket-K_1)

"Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gereklidir. Ortaya attığımız bir şeyi kanıtlamak için deneye başvurmak zorundadır. Kimse kafasına göre ortaya bir şey atamaz bunu ispatlaması gerekmektedir." (Anket-K_2)

"Deney bir olay hakkındaki bilmediğimiz şeylerdir. Bir konuda bilgi sahibi olmak için, önce problem belirlenir, veriler toplanır, tahminler yapılar, tahminlere paralel olarak hipotez kurulur ve sonra bu hipotezin doğruluğunu ya da yanlışlığını görmek için kontrollü deneyler yapılar." (Anket-K_3)

c) Bilimin öznel doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimin öznel doğası hakkındaki profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin tamamı anketin altıncı sorusuna Rutherford'un altın plakalarla yapmış olduğu deneyi örnek olarak açıklayarak yanıtlamış ve tahminlerine dayanarak atom modelini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin anketin sekizinci sorusunda dinozorların nasıl yok olduğuna dair farklı sonuçların çıkmasına yönelik yanıtlarından bazıları ise şu şekildedir:

"İki bilim adamının yaptıkları deney de, elde ettikleri veriler de aynı olsa, çıkarımları farklı olabilir. Bu iki farklı sonuç, iki bilim adamının hayal güçleri, gördükleri eğitim, yaşadıkları sosyal çevre farklı olduğundan ortaya çıkmış olabilir." (Anket-K_1)

"Her iki grubun gözlemleri de aynıdır. Ama herkesin hayal gücü aynı değildir. Her insanın farklı hayalleri vardır. Hipotezler farklıdır." (Anket-K_2)

"Herkesin düşüncesi, yorumları ve kültürleri farklıdır. Bilim adamlarının ellerindeki veriler aynıdır fakat hayal güçleri farklı oldukları için yorumları farklı

olmuştur. Yaşadığı ortam kültürel farklılıkta yorum farklılığa sebep olabilir." (Mülakat-K_5)

d) Bilimin yaratıcı ve hayalci doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimin yaratıcı ve hayalci doğası hakkındaki profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Bilim insanlarının bir türün ne olduğuna karar vermede hangi özel delillere sahip olunduğuna dair anketin yedinci sorusuna verilen yanıtlarından bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bilim insanları aynı türleri oluştururken verimli döller verip vermediğini göz önüne almışlardır. Bu ölçüt bilim adamlarının bir kabulüdür. Yani bu başka bir ölçüt de olabilirdi. Buna karar verirken yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar." (Mülakat-K_1)

"İlk olarak veriler önemlidir ve bu veriler üzerinde tahminler yapılabilir. Hayal güçlerini kullanarak bu veriler üzerinde tahminler yapılabilir." (Anket-K_5)

Anketin son sorusunda ise bilim insanları çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanıyorlarsa, çalışmalarının hangi aşamasında kullandıkları sorulmuştur. Öğrencilerin tamamı bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandığını belirtmiştir. Öğrencilerin yanıtlarından bazıları aşağıdaki gibidir:

"İnsanlar yaratıcılıklarını kullanırlar. Bunu da deney ve çıkarım aşamasında kullanırlar. Gözlem aşamasında hayal gücü kullanılmaz. Gözlem ve analiz etmede objektif olmalıdır. Bilim insanı gözleminde objektif olmalıdır. Örneğin alfa ışınlarıyla yapılan deneyi başka bir bilim insanı da yapabilirdi. Ancak aynı çıkarımda bulunmayabilirdi. Bu da yaratıcılık ve hayal gücüne bağlıdır." (Anket-K_1)

"Bilim insanları deney ve araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanır. Deneyi tasarlamada, sonuçları açıklama ve yorumlamada kullanırız." (Anket-K_2)

"Bilimsel bilgi yorumlama ve sonuçları açıklamada subjektiftir. Çünkü bilim adamları burada yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar." (Mülakat-K_3)

e) Bilimin sosyal ve kültürel doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimin sosyal ve kültürel doğası hakkındaki profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden

etkilendiği ya da evrensel olduğunun sorgulandığı anketin dokuzuncu sorusuna verilen yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Çünkü insanın psikolojisinde ve hayal gücü gelişiminde sosyal ve kültürel değerler etkilidir. Bilim adamları duygularından etkilenir. Örneğin Henry duygularına yenik düşüp gözlemlerini yayımlamamıştır." (Anket-K_1)

"Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorum çünkü aldığı eğitim, hayal güçleri, yaratıcılıkları farklıdır." (Anket-K_2)

"Kesinlikle etkilenirler. Çünkü insanlar bulduğu şeyleri topluma istediği gibi aktaramaz. Din olgusu bu aşamada etkilenir. Toplum her şeyi iyi kanıtlayamaz." (Anket-K_3)

"Bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtıyor. Yani bilim insanları dönemin ona yaklaşım şekli ve birtakım etkenlerin onun üzerindeki düşüncelerinden etkilenir. Örneğin Faraday kimyasal gaz yapmasında din ve insanlık duyguları baskın oluşu olabilir." (Anket-K_4)

"Bilim adamları sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilir. Örneğin Faraday bir ordu için çağrılmıştır fakat dini duyguları nedeniyle bunu kabul etmemiştir. Henry bilim adamı bulduğu bir deneyde doğru olup olmadığı hakkında bazı çelişkiye düşmüştür ve yayımlamamıştır." (Anket-K_5)

f) Bilimin çıkarıma dayalı doğası

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimin çıkarıma dayalı doğası hakkındaki profilleri yetersiz olarak belirlenmiştir. Bilimin doğası anketinin altıncı ve sekizinci sorusuna öğrenciler çıkarıma dayalı doğası hakkında hiçbir görüş bildirmemiştir. Yapılan mülakatlarda da yönlendirici sorular sorulmasına rağmen öğrenciler bu unsuru ile ilgili olan bir bilgi sunmamışlardır. Bu nedenle bilimin doğası öğretim etkinliklerinde bilimin doğasının bu unsuruna yeterince vurgu yapıldığı düşünülürken, ankete verilen yanıtlar yetersiz kalmıştır. Öğrencilerden K_5 ile anketin yapılandırılmamış mülakatında verdiği yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Öğretmen: *"Rutherford'un deneyinde parçacıkların saçılması olayı nasıl isimlendirilir?"*

Öğrenci: *"Parçacıkların saçıldığını görmesi gözlem."*

Öğretmen: *"Gözlemlerden yola çıkarak bir ileri atılan adım nedir?"*

Öğrenci: *"Nasıl yani? Tahminlerde bulunup yorum yapıyor."*

Öğretmen: *"Sizin özellikle bilimsel bilgiyi oluştururken yapmakta çok zorlandığınız ve şikâyette bulunduğunuz şey ne idi?"*

Öğrenci: *"Bilemiyorum."*

Öğretmen: *"Çıkarım değil miydi?"*

Öğrenci: *"Evet, doğru. Çıkarımda bulunurken zorlanmıştık."*

Öğretmen: *"Rudherford bir gözlem yapmış ancak elde ettiği verilere uygun olarak yaratıcılık ve hayal gücüyle bir de çıkarımda bulunmuştur. Çıkarımda bulunulmasa, o olayın nasıl gerçekleştiği hakkında bir fikrimiz olmayacaktı. Bu nedenle bilimsel bilgiyi elde etmede çıkarımın önemli olduğunu unutmayalım."*

g) Bilimsel teori ve yasanın farkı

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilisel teori ve yasanın özelikleri hakkında profillerinin "yeterli" olduğu belirlenmiştir. Bilimsel teori ve yasalar arasında ne gibi fark olduğu hakkında ankette yer alan beşinci soruya öğrencilerin uyguma sonrasında verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Evet vardır. Bilimsel teori ve yasa arasında bir ilişki vardır. Teori ve yasalar arasındaki ilişkileri kurmaya çalışır. Teoride bu formülle gösterim yapılamaz. Ama yasalar formül haline getirilebilirler. Bu açıdan teori ve yasalar birbirinden farklıdır. Ama kesinlikle teori ve yasalar birbirine dönüşemezler." (Anket-K_1)

"Birden fazla yasalar bir araya gelerek teoriyi oluşturur. Yasalar formül haline gelebilir ama teoriler formül hale getirilmez." (Anket-K_2)

"Evet vardır. Teoriler birbiriyle alakalı olan yasaları içinde bulundurabilir. Teoriler formülle açıklamaz ancak yasalar formüllerle açıklanabilir. Bu yüzden teori ve yasalar birbirinden farklıdır, biri diğerine dönüşemez." (Anket-K_3)

"Bilimsel teori ile yasa arasında fark yoktur. Çünkü teoriler yasaları kapsar. Teoriler ve yasalara şöyle bir benzetme yapabiliriz. Elma teori içindeki çekirdekleri ise kanunlardır." (K_4)

"Teori ve bilimsel yasa arasında fark vardır. Teori yasalar arasındaki ilişkileri araştırır ve yasalar arasındaki ilişkiyi araştırır. Teoriler daha çok tahminlere dayanır.

Yasalar teorilere göre daha daha deneyseldir, kesindir. Ortak olarak ise her ikisi de değişebilir ama değişmeleri zordur." (Anket-K_5)

h) Bilimsel modellerin rolü

Öğrencilerin uygulamadan sonra bilimsel modellerin rolü hakkında profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Anketin altıncı sorusuna verilen yanıtlarda modellerin özeliklerine değinerek; bir doğa olayını somutlaştırarak, o olayı öğretmeyi sağladığını fakat olumlunun yanında olumsuz yanlarının da olabileceğini belirtmişlerdir. Öğrenciler etkinlilerde en fazla vurgulanan bu unsur hakkındaki fikirlerini yeterli olarak açıklamışlardır. Bu konuda manyetik alan çizgilerini ve Rutherford atom modelini örnek vermişlerdir.

Öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik düşüncelerindeki değişimi öğrenmek üzere, bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulamasının bitiminden bir hafta sonra BYTA uygulanmıştır. Anketin yanıtları değerlendirildikten sonra elde edilen bulgular sonucunda aldıkları puan ortalamalarının x=63.8 değerine ulaştığı görülmüştür. Öğrencilerin öntest ve sontest uygulamasında her bir maddeye verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak aşağıda yer alan Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7
Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi'ne Verdikleri Yanıtlar

BYTA maddeleri:		**Kesinlikle katılıyorum**		**Katılıyorum**		**Bir fikrim yok**		**Katılmıyorum**		**Kesinlikle katılmıyorum**	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Bilim, bir şeyleri tahmin etmeye ve açıklamaya çalışır.	Öntest	2	40	3	60	-	-	-	-	-	-
	Sontest	3	60	2	40	-	-	-	-	-	-
Bilim, bir şeyi ispatlayabilir, bir problemi çözebilir veya bir sorunun cevabını bulabilir.	Öntest	3	60	2	40	-	-	-	-	-	-
	Sontest	1	20	4	80	-	-	-	-	-	-
Bilim, doğadaki olayların nasıl meydana geldiğiyle ilgilenir.	Öntest	1	20	4	80	-	-	-	-	-	-
	Sontest	2	40	3	60	-	-	-	-	-	-
Bilim insanlarının önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler.	Öntest	2	40	1	20	-	-	1	20	-	-
	Sontest	2	40	3	60	-	-	-	-	-	-
Bilim insanlarının hayâl güçleri ve	Öntest	1	20	4	80	-	-	-	-	-	-

yaratıcıkları, yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler.	Sontest	5	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Bilim, sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur.	Öntest	-	-	1	20	1	20	1	20	2	40
	Sontest	2	40	3	60	-	-	-	-	-	-
Bilim, daha çok gerçekleri ortaya koymaya çalışır.	Öntest	3	60	2	40	-	-	-	-	-	-
	Sontest	-	-	4	80	-	-	1	20	-	-
Bilim insanlarının birçoğu kendi başlarına çalışır.	Öntest	-	-	1	20	-	-	4	80	-	-
	Sontest	-	-	-	-	-	-	5	100	-	-
Bilim başarısız olabilir.	Öntest	-	-	2	40	2	40	1	20	-	-
	Sontest	-	-	3	60	1	20	1	20	-	-
Bilim insanları, doğanın büyük sırlarının birçoğunu çözmüştür.	Öntest	2	40	1	20	-	-	2	40	-	-
	Sontest	-	-	3	60	-	-	2	40	-	-
Bilim milyonlarca yıl önceki şeyleri ve olayları araştırabilir.	Öntest	1	20	2	40	1	20	1	20	-	-
	Sontest	-	-	5	100	-	-	-	-	-	-
Bilimsel deneyler genellikle sonucu tahmin edilmeden, sadece ne ortaya çıkabileceğini görmek için yapılır.	Öntest	-	-	1	20	-	-	1	20	3	60
	Sontest	-	-	-	-	1	20	2	40	2	40
Bilim insanları çoğu kez kendi fikirlerinin aksini kanıtlamaya çalışır.	Öntest	1	20	-	-	1	20	3	60	-	-
	Sontest	-	-	1	20	1	20	-	-	2	40
Bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir.	Öntest	2	40	1	20	-	-	1	20	1	20
	Sontest	-	-	1	20	1	20	3	60	-	-
Bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir.	Öntest	3	60	2	40	-	-	-	-	-	-
	Sontest	5	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı, bilimin zayıf yönlerinden biridir.	Öntest	1	20	1	20	-	-	1	20	2	40
	Sontest	-	-	1	20	-	-	1	20	3	60

5. YORUM

Bu bölümde, çalışmada toplanan ve bir önceki bölümde sunulmuş olan bulguların yorumu yapılacaktır. Bu amaçla elde edilen araştırma bulguları; Bilimin Doğası Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu (5.1), Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüler Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu (5.2) ve Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulguların Yorumu (5.3) başlıkları altında aşağıdaki gibi incelenmiştir.

5.1. Bilimin Doğası Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu

Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanışından sonra uygulanan bilimin doğası anketinden alınan yanıtlar Tablo 6'da verilmiştir. Bu tabloda öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkındaki görüşlerinin değişimi ise bu bölümde yorumlanacaktır.

Uygulamalardan önce öğrencilerin bilimin kesin olmayan doğası, öznel doğası, bilimin sosyal ve kültürel doğası, teori ve yasaların özellikleri ile bilimsel modellerin rolü hakkında "zayıf" düşüncelere sahip olduğu yapılan ön testte tespit edilmiştir. Uygulamalardan önce öğrencilerin bilimin deneysel unsuru hakkındaki profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir. Uygulamalardan önce öğrencilerin bilimin yaratıcı ve hayalci unsuru hakkında ön testte anket sorularına farklı yanıtlar vermeleri üzerine, bilimin yaratıcı ve hayalci unsuru hakkında profilleri "değişken" olarak belirlenmiştir. Etkinliklerin uygulanmasından sonra ise tüm bu bilimin doğası hakkındaki unsurlar için öğrenci profilleri "yeterli" olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin tamamı uygulamadan önce bilimsel bilginin çıkarıma dayalı doğası hakkında öntestte herhangi bir fikir belirtmemişlerdir. Öğrenciler bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanışı sırasında, bilimsel bilginin oluşmasında ve bilim insanlarının eldeki verilerinden ve gözlemlerinden bir çıkarımın oluşturulmasının önemini kavramışlardır. Öğrencilerin bu unsur hakkında yeterli bilgilere sahip olduğu,

etkinlikler sırasında verilen formlardaki yanıtların istenilen yönde olmasından anlaşılmaktadır. Fakat anketin bilimin çıkarıma dayalı doğası ile ilgili olan altıncı ve sekizinci sorusuna ise bu unsur hakkında hiçbir vurgu yapmamışlardır. Anketin yapılandırılmamış mülakatları gerçekleştirilirken sorulan yönlendirici sorulara rağmen, bazı öğrenciler bu konu hakkında bilgiye sahip oldukları halde, bu sorularda bilimin yaratıcı ya da öznel doğasına değinirken bilimin çıkarıma dayalı doğasına değinmemişlerdir. Bu nedenle bu unsur hakkında etkinliklerde yeterli bilgi sunmuş olsalar dahi, profilleri "zayıf" olarak belirlenmiştir.

5.2. Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşler Anketinden Elde Edilen Bulguların Yorumu

Öğrencilere etkinliklerden bir hafta önce ve bir hafta sonra uygulanmış olan BYTA'ne verilen yanıtlar karşılaştırmalı olarak aşağıdaki gibi yorumlanmıştır.

Bu anketin 4. sorusu olan *"Bilim insanlarının önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler"* maddesine; etkinliklerden önce yalnızca bir öğrenci *"Katılmıyorum"* yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra tüm öğrenciler katıldıkları yönde maddeyi yanıtlamışlardır. Öğrencilerin bilim insanlarının sosyal yaşamı, aldıkları eğitim ya da kültürel değerlerinden etkilenebileceklerine dair görüşü benimsedikleri anlaşılmaktadır.

Bu anketin 5. sorusu olan *"bilim insanlarının hayal güçleri ve yaratıcıkları, yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler"* maddesine; etkinliklerden önce bir öğrenci *"Kesinlikle Katılıyorum"* yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra tüm öğrencilerkatıldıklarını belirtmişlerdir. Tüm öğrenciler bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden etkilendiklerini belirtmiştir.

Bu anketin 6. sorusu olan *"bilim, sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur"* maddesine; etkinliklerden önce iki öğrenci *"Kesinlikle Katılmıyorum"* yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra *"Kesinlikle Katılıyorum*" ve *"Katılıyorum"* şeklinde yanıt vermişlerdir.

Bu anketin 8. sorusu olan *"bilim insanlarının birçoğu kendi başlarına çalışır"* maddesine; etkinliklerden önce bir öğrenci dışında diğerleri *"Katılmıyorum"* yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra tüm öğrencielr *"Katılmıyorum"* yanıtını vermiştir.

Bu anketin 14. sorusu olan *"bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir"* maddesine; etkinliklerden önce iki öğrenci *"Kesinlikle Katılıyorum*" yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra çoğunluğu *"Katılmıyorum"* yanıtını vermiştir. Burada öğrencilerin yanıtlarının vermelerinin nedeni olarak bilim insanlarının hangi aşamada subjektif davrandığı, hangi aşamada ise objektif olması gerektiği anket maddesinde açık olarak belirtilmemesi olduğu düşünülmektedir. Nitel veri araçlarından öğrencilerin bu unsuru gayet iyi kavradığı ancak kullanılan bu nicel veri toplama aracı olan likert tipi anketin özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu anketin 15. sorusu olan *"bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir"* maddesine; etkinliklerden önce üç öğrenci *"Kesinlikle Katılıyorum"* yanıtını vermişken, etkinliklerden sonra tüm öğrenciler katıldığını belitmiştir. Böylece öğrencilerin bilimin doğası anketi sonucunda oluşturulan profillerinde olduğu gibi, bilimin subjektif doğasını çok iyi olarak anladıklarını göstermektedir.

5.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Uygulanışı Sırasında Elde Edilen Bulguların Yorumu

5.3.1 Etkinlik 1'den Elde Edilen Bulguların Yorumu

Etkinlik 1'de öğrencilerin nasıl bir çalışma içerisinde oldukları hakkında fikri olmamaları nedeniyle, özellikle kamera karşısında çekingen davrandıkları görüldü. Her ne kadar çalışmanın ders notlarını etkilemeyeceği ya da derslerinde bir aksamaya neden olmayacağı belirtilmiş olsa da, uygulama başlamadan ön yargıları oldukları görüldü.

Öğrencilerin yapılan bilimin doğası anketinden bilimin çıkarıma dayalı doğası hakkında bir vurgu yapmamaları üzerine, bu unsur hakkındaki profilleri "zayıf" olarak belirlenmiştir. Etkinlikte demir tozlarının manyetik alan içerisinde dağılımı olayı için, bu olayı ve olayın sonunda bu olayın nedenini bulmak için yapılan işlemleri isimlendirememeleri üzerine, gözlem ve çıkarım kelimeleri araştırmacı tarafından belirtilmiş ve ne olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

Etkinlikte araç olarak bir miktar demir tozu ile kutupları bilinen ve bilinmeyen iki mıknatısın kullanımıyla yapılan çalışmalarla, öğrencilerin bilimsel modellerin özelliklerini kavramaları amaçlanmıştır. Öğrencilere sorulan sorularla, verdikleri yanıtlarla bu özelliklere kendilerinin ulaşması istenmiştir. Böylece bu fikirleri daha çok benimseyecekleri düşünülmüştür. Örneğin öğrenciler manyetik alan çizgileri arasında da alanın olduğunu ve alan çizgilerinin üç boyutlu olduğunu ifade etmiş ancak gösterimin kolay olması için modelde gerçekten farklı çizildiğini rahatça belirtmişlerdir. Böylece bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmadığı gösterilmiştir. Etkinlik sonunda vurgulanmak istenen tüm bilimin doğası unsurları belirtilmiş ve etkinlikte amaçlananlara ulaşılmıştır. Öğrencilerin de bu unsurlar hakkında yeterli görüşleri benimsediği etkinlik sonunda yazdıkları yansıtıcı yazılardan görülmüştür.

5.3.2 Etkinlik 2'den Elde Edilen Bulguların Yorumu

Etkinlik 1'den farklı olarak öğrencilerin bu etkinlikte daha fazla konuştuğu, tartışmalara istekli olarak katıldığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak ilk etkinlikte ne yapacaklarına dair bir fikri olmaması görülmektedir. İlk etkinlikten sonra onların zamanını alan bir çalışma olarak görmedikler,, derslerle iç içe olan uygulamalar endişelerini gidermekte etkili olmuştur.

Öğrencilerin etkileşimde bulunmadıkları ancak bir tablo yardımıyla kendilerine verilen bilgilerden A, B, C ve D maddelerinin ne olacağına dair bir tahminde bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerin kendi fikirlerini arkadaşlarıyla tartışması, savunması ve çalışmaya istekli olarak aktif katılmaları görmek sevindirici olmuştur. Gözlemleyemedikleri ancak eldeki verilerden yola çıkarak bu maddelerin ne olacağına dair verilerle uyuşan bir çıkarımda bulunmanın önemi vurgulanmış ve bilim insanlarının çalışmalarıyla karşılaştırılmıştır. Örneğin atomun henüz görülmediği ve bilim insanlarının kendi çalışmalarındaki gibi, elde edilen verilere uyum sağlayan bir çıkarımda bulunduklarını bilmek öğrencileri şaşırtmıştır. Öğrenciler modellerini oluşturduktan sonra hemen bir deney yaparak, bu modelin geçerliliğini sınamak istemişlerdir. Öğrencilerin hem öntestte hem de sontestte yeterli görüşlere sahip olduğu

tek unsur olan bilimin deneysel doğasına, bilimsel bilginin oluşturulmasında büyük bir güven duydukları görülmüştür.

Öğrencilerin aynı verileri kullanan kişilerin neden farklı sonuçlara ulaştığına dair soruda yaratıcılığa vurgu yapamamışlar, bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden yararlandıkları fikrine ulaşamamışlardır. Bu nedenle öğrencilerin kendi yaşamlarından örnekler verilerek, bu gibi faktörlerin yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini farklı olarak etkileyeceği anlatılmıştır. Bu bilimin doğasına ilişkin unsur için araştırmacı açıklamada bulunmuştur. Öğrenciler bunun üzerine bu bilgilerin araştırılıp değiştirilebileceğini ifade etmeleriyle, bilimsel bilginin subjektif doğasından bahsedilmiştir.

Öğrenciler modellerinin oluştururken birbiriyle tartışmış, yorumlarını beraber yapmışlardır. Bu nedenle oluşturdukları modeller aynı olmuştur. Bu nedenle vurgulanmak istenen bilimimin doğası unsurlarına ulaşmak için araştırmacı tarafından bir tartışma başlatılmıştır. Burada eğer başka bir uygulamada farklı model oluşturan olursa, bu modellerin neden farklı oluşturulduğunun nedeni üzerinde tartışılmalıdır. Böylece bilimsel bilginin subjektifliği ve bilimsel bilgiyi oluşturmada bilim insanlarının ön bilgilerinin ve bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün önemli olduğu vurgulanacaktır. Öğrencilerden bazıları arkadaşının oluşturduğu modelin olayı daha iyi açıkladığına karar vererek kendi modelini değiştirebilir ya da öğrenciler arasında bilgi alış-verişi sonucunda farklı modeller oluşturabilirler. Öğrenciler oluşturdukları yeni modelin olayı daha iyi açıkladığını söyleyebilirler. Böylece bilim insanları kendi aralarında da bilgileri paylaştıklarının vurgulanması gerekmektedir.

Bilimsel bilginin subjektif doğası hakkındaki tartışmada kuvvet kavramının tartışılması sonucunda; öğrenciler kendileri bilimsel bilginin subjektif olduğuna ulaşmışlardır. Ancak bu zamana kadar çok da iyi bildikleri bilimsel bilginin objektif olduğu hakkındaki bilgilerinin yanlış olması hoşlarına gitmemiştir.

Modellerin özelliklerinin tekrar vurgulanmasıyla, önceki etkinlikteki bilgilerini çok iyi hatırlayarak benimsedikleri görülmüştür.

5.3.3 Etkinlik 3'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu

Araştırma için altı farklı etkinlik tasarlanırken birbirinden bağımsız olarak düşünülmüştür. Bu nedenle etkinliklerde bilimsel modellerin özelliklerinin en fazla vurgulanan unsur olması, öğrencilerin bazen de isteksiz olarak bu özellikleri sıralamasına neden olmuştur.

Uygulama sırasında dünya'nın etrafındaki manyetik alan çizgilerinin gerçekte var olduğunu iddia eden öğrenci olmamıştır. Ancak etkinliğin farklı bir gruba uygulanması sırasında burada *"Gerçekte dünya etrafında bu çizgiler var mıdır?"* sorusuna eğer çizgilerin gerçekte var olduğunu iddia eden öğrenciler varsa, Dünya'nın uzaydan çekilmiş olan bir fotoğrafı gösterilerek, ekvator gibi bu çizgilerin de hayali olduğu açıklanmalıdır. *"O halde bu çizgilere neden ihtiyaç duyulmuştur?"* sorusuna ise yine öğrencilerin verdiği yanıtlara göre tartışılarak bilimsel modellerin doğa olaylarını açıklamak için bir kolaylık olduğu ve gerçeğin birer kopyası olmadığı üzerinde durulması gerekecektir. Bu etkinliğin uygulaması sırasında öğrenciler bu konuda bilgi sahibi olduğundan tekrar üzerinde durulmamıştır.

İkinci etkinlikte kuvvet kavramı tartışması sonucunda hoşnut olmayarak bilimsel bilginin subjektif doğasını anlamış olan öğrenciler için, Dünya'nın manyetik alan kaynağı hakkındaki tartışma sonucunda bu konuda güvenlerinin kazanıldığı düşünülmektedir.

Öğrencilerden Dünya'nın manyetik alanının kaynağı hakkında bir çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Öğrenciler eldeki verilerden yararlanarak bir çıkarımda bulunmanın zorluğundan şikayet etmişlerdir. Bilimsel bilginin oluşturulmasında bunun verilerle uyuşan bir çıkarımda bulunmanın zorluğunu, bunun için de yaratıcılığın ve hayal gücünün kullanıldığını çok iyi anlamışlardır. Bu süreçte iki öğrenci herhangi bir çıkarımda bulunmazken, diğerlerinin ise yazdıklarına güvenmediklerini görülmüştür. Manyetik alanın kaynağı hakkında yapılan halen yapılan çalışmalar ve ortaya atılan görüşler paylaşıldıktan sonra da, bilimsel bilginin değişebilir doğası açıklanmıştır.

5.3.4 Etkinlik 4'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu

Bir önceki etkinlikte karşılaştıkları ve yapmakta çok zorlandıkları bir durumla tekrar karşı karşıya kalmak hoşlarına gitmemiştir: çıkarımda bulunmak. Bobin içerisine sokulup çıkartılan mıknatısın neden miliampermetrede bir sapmaya neden olduğunu açıklamaları istenmiştir. Kendi çıkarımlarını paylaştıktan sonra bu deneyi Faraday adlı bilim insanının yaptığı çalışma açıklanmıştır.

Colladon'un Faraday'ın yaptığı deneyi miliamperemetreyi farklı bir odaya koyması dışında aynen yaptığı fakat miliampermetredeki değişimi gözlemleyemediği için bir çıkarımda bulunamadığı açıklanmıştır. Öğrenciler bunun üzerine bilim insanları için şans faktörünün de çalışmalarında etkili olacağını belirmişlerdir. Deney düzeneklerini farklı kurmalarının nedeninin tartışmasında, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası üzerinde durulmuştur.

Teori ve yasalar hakkında öntestte belirlenen yanlış düşüncelerini değiştirmek için neden Faraday Yasası yerine Faraday Teorisi denilmediği sorulmuştur. Öğrenciler yine bu unsur hakkındaki yanlış bilgilerini belirterek nedenini açıklamaya başlamışlardır. Tüm uygulamalar boyunca kazandırılmakta en fazla zorlanılan unsur teori ve yasaların özellikleri, ne tür bilgiler oldukları hakkındadır. Bildikleri yanlış düşünceleri değiştirmek için bilimsel yasa ve teoriler hakkında bilgi veren bir sunu öğrencilerle paylaşılmıştır. Bu sunuyla birlikte tüm öğrencilerin görüşlerinin hemen değişmesi beklenmemiştir. Yalnızca çeşitli örneklerle yasa ve teorilerin birbirinden farklı kavramlar oldukları açıklanmıştır. Çünkü öğrencilerin bu zamana kadar bildikleri bir bilginin yanlış olduğunu anlayamadıklarını söylemişlerdir.

Yazılan yansıtıcı yazılar incelendiğinde, teori ve yasalar hakkındaki sunuda verilen çoğu bilginin anlaşıldığı görülmektedir. Örneğin bir öğrenci (K_4) elmayı teoriye, elmanın çekirdeklerini ise yasalara benzetmiştir. Ancak yine de hala yasaların teorilere göre daha kesin bilgiler olduğunu belirten öğrenci (K_5) de olmuştur.

Etkinlikte öğrenciler bilimsel bilgiyi elde etmede deneyi yapmanın gereğini duyarak, çalışmaya başlamışlardır. Fakat vurgulanması amaçlanan bilimin doğasına ilişkin unsurlara bakıldığında ise, bilimin deneysel doğası üzerinde herhangi bir tartışmanın yapılmadığı ve vurgulanmadığı belirlenmiştir.

5.3.5 Etkinlik 5'ten Elde Edilen Bulguların Yorumu

Dördüncü etkinlikte Faraday Yasası işlendikten sonra, oluşan indüksiyon emk'sının yönünü belirten Lenz yasası da verilmiştir. Etkinlikte öğrencilerin Lenz Yasası'nı biliyor olmaları gerekmektedir. Bu nedenle bir konu işlenmeden bir hafta sonra beşinci etkinlik gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerle birlikte tüm etkinliklerin laboratuvarda işlenmesi sonucunda fizik dersine olan ilgilerinin arttığı görülmüştür. Sınıfa öğrencilerden önce hazırlanıp koyulan siyah üstü örtülü olan kutu ilgilerini çok çekmiş ve bir an önce etkinliğe geçmek istemişlerdir. Birinci etkinlikteki isteksiz halleri ile karşılaştırıldığında kendilerine olan güvenlerinin de giderek arttığı görülmüştür. Bu etkinlikte kutudan çıkan kabloların şehir gerilimine takılması gerektiğinden, araştırmacı tarafından yapılmış, öğrencilerin ise sadece izlemesi istenmiştir. Kabloların prize takılmasıyla fırlayan halka öğrencilerin büyük bir şaşkınlık yaşamasına neden olmuştur. Öğrenciler çok heyecanlandıklarını ve olayı çok iyi gözlemleyemediklerini belirtmeleri üzerine birkaç deneme yapıldığı sırada; olayı çok dikkatli gözlemledikleri ve her ayrıntıya merakla yaklaştıkları görülmüştür. Örneğin; kabloların prize yavaş ya da hızlı yerleştirilmesi, halkanın farklı yüksekliklere çıkması ve kutudan gelen titreşim sesi.

Kutunun içerisinde nasıl bir mekanizma olduğu hakkında bir hipotez oluşturmaları, birbirleriyle paylaşarak geliştirmeleri ve hipotezi destekleyecek bir deney tasarlamaları istenmiştir. Hipotezlerin kanıtlandığı mı yoksa desteklendiği mi sorulduğunda, kararsız olmaları üzerine bir açıklama yapılmıştır. Kutunun içerisini hiçbir zaman göremeyecekleri, bu nedenle gerçekte ne olduğunu bilemeyecekleri ve bu nedenle hipotezlerin desteklendiği açıklanmıştır.

Modellerinin geçerliliği hakkında denemeleri de bitirildikten sonra etkinliğin sonlandığını anlayan öğrenciler, kutunun içerisinin kendilerine gösterilmemesine karşı çıkmışlardır. Bunun üzerine bilimsel modellerin özellikleri hatırlatılmıştır. Öğrenciler o halde verilerle uyuşan modellerin geçerli olabileceğini ve zamanla değişebileceğini belirtmeleri üzerine, bilimsel bilgilerin tekrar yorumlanmasıyla değişebileceği belirtilmiştir.

Etkinlikte vurgulanması amaçlanan bilimin doğasına ilişkin unsurlara bakıldığında, bilimsel bilginin subjektif ve çıkarıma dayalı doğasının dolaylı olarak

vurgulandığı, gözlem ile çıkarım arasındaki farka ise hiç vurgu yapılmadığı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak birinci etkinlikten itibaren yeterince bu unsura vurgu yapılmış olmasıdır. Etkinliklerin birbirinden bağımsız tasarlanıp, aynı gruba sırasıyla uygulanması sonucunda öğrenciler bazı tartışmalar başlatılmadan, istenileni anlayıp hemen yanıtladığı görülmüştür. Bu nedenle etkinlik içerisinde vurgu yapılmaya gerek duyulmamıştır.

5.3.6 Etkinlik 6'dan Elde Edilen Bulguların Yorumu

Etkinlikte vurgulanması amaçlanan unsurlar arasında yer almayan fakat tartışmalar sırasında öğrencilerin bilimsel bilgiyi elde etmede tek bir yol ya da metodun olduğunu belirtmeleri üzerine, bir açıklama yapılması gereği duyulmuştur.

Yapılan tartışmalarda Faraday'ın ordu için zehirli gaz üretmeyi reddetmesi hakkında çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Bilim insanlarının duygularından etkilenmemesi gerektiğini ve bu nedenle hata ettiğini belirten öğrenciler olmuştur. Ayrıca belki de teknolojide yeni bir gelişmeyi engellediği için hatalı davrandığını belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler ise bilimin insanlığın yararına olması gerektiği ve bu nedenle doğru davrandığını söylemişlerdir. Kendilerinin bir bilim insanı olup, ülkelerinin ordusunun böyle bir teklifle geldiklerinde ne yanıt verecekleri de sorulmuştur. Bu konuda Faraday'ın doğru davrandığını söyleyen öğrencilerin bu teklifi reddetmeyeceklerini söylemeleri çok ilginç olmuştur. Nedeni sorulduğu için ise ülkeleri için yapacaklarını belirtmişlerdir. Böylece bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasını tartışmak için çok iyi bir başlangıç oluşmuştur. Ayrıca bilimsel bilginin oluşturulmasının hangi aşamasında objektif olunması gerektiği, hangi aşamasında subjektif olunabileceği tartışılmıştır.

Maxwell'in elektromanyetik teorisi hakkındaki soru yanıtlanırken, öğrencilerin dördüncü etkinlikteki bilgilerini ilk önce hatırlayamadıkları ve yanlış olan bilgilerini söyledikleri görülmüştür. Bunun üzerine yönlendirici sorular sorulduğunda, bir sunu ile açıklanmaya çalışılan teori ve yasalar hakkındaki bilgileri hatırlamışlardır. Bilimdeki teori kelimesiyle, günlük hayatta kullanılan teori kelimesinin farklı olduğunu belirtmek için, bir biyoloji kitabından teori hakkında bilgi verilmiştir.

Bilimsel bilginin değişebilir doğasını çok iyi açıklanmasına neden olan, ether maddesinin öyküsü olmuştur. Etherin varlığına inanış ve bunun çürütülmesi geniş olarak açıklanmıştır.

Öğrenciler teorik fizikçi kelimesinin anlamını, o bilim insanının aldığı akademik eğitimle bağdaştırmıştır. Yalnızca bir öğrenci Maxwell'in çalışmasını matematik ve fiziğe dayandırdığı için bu adı aldığını belirtmiştir. Öğrencilerin bu kelimelerin hangi anlamda kullanıldığını bilmemesi, bilimsel yayın ya da çalışmaları merakla incelemedikleri, kitaplarında yalnızca dikkatsizce okuduklarını ortaya koymaktadır.

5.4 Öğrencilerin Bilimin Doğası Öğretim Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri

Tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uyguladıktan bir hafta sonra, öğrencilerden bilimin doğasıyla ilgili kendilerine uygulanan altı farklı etkinlik hakkındaki fikirlerini, düşüncelerini, duygularını ve özellikle de bunlardan neler öğrendiklerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin vurguladığı noktalara atıfta bulunmak için, yazdıkları yazılardan doğrudan aktarmalar yapılmıştır:

"Teorinin yasaya dönüşmediğini, teorinin daha geniş kavramlar olduğunu öğrendim. Bilim adamlarının bilimsel bilgi üretmede yaratıcılık ve hayal gücünün etkili olduğunu ve bilimsel bilginin subjektif olduğunu öğrendim." (K_1)

"Önceki fikirlerim çok değişti. Her şeyi öğrendik bilim hakkında. Bilimsel modellerin mesela kitabımızda da yer alan gerçeği yansıtmadığını ya da ders kitabındaki bilgilerin de değişebileceğini öğrendik." (K_2)

"Teori ve yasanın birbirine dönüşemediği, bilimsel bilginin subjektif olduğu ve değişebildiğini, bilimsel modellerin nasıl oluştuğunu, bilim insanlarının deneylerini nasıl yapmış olduğunu, bilimi nasıl oluşturmuşlar bunları öğrendik. Pek çok bilimsel kavramın aslında kabul olduğunu öğrendik." (K_3)

Öğrencilerle etkinlikler bittikten sonra sınıfta ders işlenmeye başlandığında ise bazıları bu uygulama hakkındaki fikirlerini belirtmiştir:

"Aslında önceleri hiç istemiyorduk. Aramızda konuşurken neden ders işlemiyoruz ya da test çözmüyoruz diyorduk. Üniversite sınavına çalışmak zorunda olduğumuzdan zaman kaybı olarak görüyorduk. Ancak etkinlikler başlayınca öyle

olmadığını anladık. Hem ders işliyorduk hem de o konu hakkında ya da o bilginin nasıl ortaya çıktığını öğrendik. Bir yandan ders işledik bir yandan da çok eğlendik. Üniversitelerde okutulan kitapları inceledim. Sanki artık daha çok şey biliyor gibiyim." (K_1)

6. SONUÇ

Bu bölümde, çalışmada toplanan ve bir önceki bölümde sunulan araştırma verilerinin tartışılması yapılacaktır. Bu amaçla, elde edilen araştırma bulguları çalışmanın alt problemlerine bağlı olarak; Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimin Doğasına Yönelik Görüşlerine Etkisi (6.1), Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşlerine Etkisi (6.2), Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Başarısının Değerlendirilmesi (6.3) başlıkları altında aşağıdaki gibi incelenmiştir.

6.1 Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimin Doğasına Yönelik Görüşlerine Etkisi

Tablo 4'teki veriler incelendiğinde öğrencilerin bilimin doğasının birden fazla unsuru hakkındaki görüşlerinin *"zayıf"* olduğu görülmektedir. Genel olarak tüm sorulara verdikleri yanıtlardan bir değerlendirme yapılırsa, öğrencilerin bilimin doğasının kazandırılmak istenen sekiz unsuru hakkındaki görüşlerinin %65'i *"zayıf"* olarak belirlenmiştir. Buna anketin dışında kalan ancak etkinliklerle kazandırılmak istenen *"gözlem ile çıkarım arasındaki fark"* özelliği de eklenirse, bu değer yaklaşık olarak %69'a yükselmektedir. Yanıtların *"değişken"* olarak belirlenen maddeler de bu değere katıldığında ise değer %85'e çıkmaktadır. Böylece etkinliklerden önce öğrencilerin bilimin doğası ve özelikleri hakkında görüşlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, ilgili uluslararası alanyazında var olan ve ortaöğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinin değerlendirildiği araştırmalardaki sonuçlarla tutarlı olduğu görülmüştür (Mackay, 1971; Rubba ve Andersen, 1978; Lederman ve O'Malley, 1990; Solomon vd., 1996; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Çalışmaya katılan öğrencilerin yalnızca bilimin deneysel unsuru hakkında *"yeterli"* düzeyde görüşe sahip olduğu görülmüştür. Ortaöğretim son sınıfta okuyan öğrencilerin bu kadar zayıf görüşlere sahip olmasının sorgulanması gerekmektedir. Fen dersleri yıllık plana uygun olarak işlenirken, derslerde öğretilen bu bilgilerin nasıl ortaya çıktığı, bilim insanlarının ne gibi özelliklerinin olduğu ya da yasa ve teorilerin ne tür bilgiler

oldukları üzerinde durulmamaktadır. Öğrenciler bilimin ve bilimsel bilginin yolculuğu hakkında fikir sahibi edindirilmezken yalnızca sınavlarda kullanması için aktarılan bir bilgi yığınıyla karşı karşıya bırakılmaktadırlar. Eğer araştıran, sorgulayan, fen derslerinde daha başarılı öğrencilerin ve belki de bilim insanlarının yetişmesini isteniyorsa; bilimin doğasına ilişkin anlayışın öğrencilere en iyi şekilde kazandırılması gereklidir. Ancak okullarımızda fen öğretmenleri sınıflarında plana uygun olarak derslerini öğretmenin yanında ek olarak etkinlikleri planlamak ya da uygulamak için zamanlarının olmadıklarını belirtebilirler. Bu ihtiyaca yönelik olarak da, bu tez çalışmasının amacı belirlenmiştir.

Bilimin doğasının Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğretim etkinliklerinin uygulanışından sonra öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin profilleri bir kez daha incelenmiştir. Etkinliklerin uygulanışından sonra bilimin doğasıyla ilgili öğrenci profilleri Tablo 6'de verilmiştir. Elde edilen araştırma verileri, çalışmaya katılan öğrencilerin tamamının bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili düşüncelerinin *"zayıf"* düzeyden *"yeterli"* düzeye doğru değiştiğini belirtmektedir. Bu sonuç, hazırlanan bilimin doğası etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini daha yeterli kavramları kazanmalarını sağladığı şeklinde analiz edilebilir. Yalnızca bilimsel bilginin çıkarıma dayalı doğası hakkındaki görüşlerinde olumlu yönde bir değişme görülmemiştir. Araştırmada ortaöğretim öğrencilerinin kazanması beklenen bilimin doğasına ilişkin unsurlar hakkında öğrencilerin etkinliklerden önce ve sonraki görüşlerinin değişimi daha detaylı olarak aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

Etkinlikler uygulanmadan önce çalışmaya katılan öğrencilerden %80'inin bilimin kesin olmayan doğası hakkında *"zayıf"* görüşe sahip olduğu ancak uygulamada sonra ise tamamının *"yeterli"* düzeye ulaştıkları belirlenmiştir. Geriye kalan bir öğrenci ise bu konu hakkında *"değişken"* profile sahip olduğu belirlenmiştir. Bilimin doğası anketinin ön test olarak uygulanışında *"Bilim nedir?"* sorusu için, bilimin kesin ve somut olduğunu belirtmişlerdir. Bir şeyin kesin olması için bilimsel olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bilimi din ve felsefeden ayıran en önemli özelliğin yoruma açık olmamasını gerekçe göstermişlerdir. Atom modellerinin gerçeği birebir yansıttığını ve elektron mikroskobuyla atomun yapısının gözlendiğini belirtmişlerdir. Hatta mikroskobun adının bu nedenle "elektron" olarak verildiğini düşündüklerini

söylemişlerdir. İnsan faaliyetleri sonucu oluşturulan bilimsel bilginin değişebileceğini düşünmemelerinin nedeni, bu bilgilerin ne gibi faaliyetler sonucunda oluştuğu hakkında bir fikirlerinin olmayışından kaynaklanmaktadır. Fakat etkinliklerin uygulanışından sonra öğrenciler bilimin ve bilimsel bilginin değişebileceğini kavramışlardır. Bilimin sorunlara "geçici çözümler" oluşturduğunu ve "kesinliğin kısmen olmadığı" gibi kelimelerle düşüncelerini belirtmişlerdir. Üçüncü etkinlikte Dünya'nın manyetik alanının kaynağı olarak kitaplarında yer verilen Gilbert'ın düşüncesinin yanında, günümüz bilim insanlarının araştırmaları ve bu konudaki düşüncelerine yer verilmiştir. Öğrenciler ders kitaplarındaki bilginin güncel olmadığını ve değişebileceğini ilk olarak bu etkinlikle benimsemiştir. Beşinci ve altıncı etkinlikte ise bilimsel bilginin değişebilir doğasına yeterince vurgu yapılmış ve öğrenci görüşleri olumlu yönde değiştirilebilmiştir.

Öğrencilerin uygulamadan önce ve sonra da bilimin deneysel doğası hakkındaki görüşlerinin yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler bilimsel bilginin değişebilmesi için deneyin gerekli olduğunu aksi halde bilime olan güvenin azalacağını belirtmişlerdir. Uygulamadan sonra ise yeni deneysel delilerle bilimsel bilginin değiştiğini ve geliştiğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamadan önce bilimin subjektif doğası hakkındaki görüşlerin %80'inin *"zayıf"*, geriye kalan bir öğrencinin ise *"değişken"* olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler bilim insanlarının çalışmalarında daima -gözlem ve yorumlama gibi aşamaları da dâhil olmak üzere- objektif olması gerektiğine inanmaktadırlar. Uygulamadan sonra ise bu özellik hakkındaki görüşlerinin tamamının *"yeterli"* seviyede olduğuna karar verilmiştir. Bilimin doğası anketinin ön test uygulamasında bilim insanlarının atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emin oldukları sorusuna gördüklerinden dolayı olduğunu yazmışlardır. Bir kısmı ise zaten bunun bir teori olduğu için bu konuda emin olmadıklarını açıklamıştır. Bir öğrencinin yanıtı ise şu şekilde olmuştur:

"Çünkü artık günümüzde teknoloji çok ilerledi ve en küçük yapılar bile mikroskopla görülmektedir. İlk çağlarda bilim adamları atomun yapısını araştırmışlar ancak kaynak yetersizliğinden doğru bilgilere ulaşamamışlardır. Ancak bilim günlük değildir ve eski bilgilerde bilimin içinde yer alır. Çünkü bilim birikimli olarak oluşur. Bu bilgiler ispatlanmıştır." (K_3)

Bilimin doğası anketinin sekizinci sorusunda dinozorların yok oluşu konusunda ise, veriler aynı olmasına karşın bilim insanlarının neden farklı sonuçlar ortaya attıkları sorulmuştur. Bu soruya delillerin iyi incelenmesi gerektiğini ve bir bilim adamının mutlaka yanlış bilgi ortaya attığını belirtmişlerdir. Yapılan bireysel mülakatlarda da bilimin öznelliği hakkında kesinlikle fikir belirtmemişlerdir. Uygulamalarda ise birinci etkinlik dışındaki diğer tüm etkinliklerde bu unsur üzerinde yeterince vurgu yapılmıştır. Öğrenciler bilim insanlarının kökenlerinden, deneyimlerinden ve ön yargılarından etkilenebileceklerini ve bu nedenle bilimin subjektif bir doğaya sahip olması gerektiği fikrini benimsemişlerdir. Etkinliklerin uygulanışında bu kadar üzerinde durulması nedeniyle, öğrenciler uygulamalar sırasında konunun bu unsurla ilgili olduğunu kavramalarıyla hemen gerekli açıklamayı yaptıkları gözlenmiştir. Bilimin doğası anketinin son test olarak uygulamasında dinozorlar hakkındaki sorunun yanıtında; bilim insanlarının hayal güçleri, gördükleri eğitim, yaşadıkları sosyal çevre farklı olduğundan ortaya çıkmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin etkinliklerden önce bilimin yaratıcı ve hayalci doğası hakkındaki görüşlerinin tamamı *"değişken"* fakat etkinliklerden sonra ise *"yeterli"* olarak gruplandırılmıştır. Bilimin doğası anketinin ön test uygulamasında, onuncu soruda bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü kullanıp kullanmadıkları doğrudan sorulduğunda, bu soruya kullandıkları yönünde olumlu yanıt vermişlerdir. Fakat ankette bu unsurun incelendiği diğer sorular olan altıncı, yedinci, sekiz ve dokuzuncu sorunun yanıtında ise bilimin yaratıcı ve hayalci doğasına hiçbir vurgu yapılmamıştır. Örneğin bilim insanlarının bir türü hangi canlıların oluşturduğuna nasıl karar verdikleri sorulduğunda gen ya da kromozom sayılarından belirlediklerinden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin bilimin deneysel unsuru hakkında ön test uygulamasında da yeterli görüşlere sahip olmaları; bilim insanlarının objektif olarak ve bilimsel yöntemi uygulayarak bilimsel bilgiye kesinlikle deneysel verilerden ulaştıklarını düşündüklerini ortaya koymaktadır. Öğrenciler görmenin inanmak olduğuna, bilim insanının bilimsel bilgi üretmede yalnızca delillerle çalıştığına ve çalışmasında duygu ve düşüncelerini bir kenara bırakması gerektiğine inanmaktadırlar.

Birinci etkinlik dışında diğer tüm etkinliklerde bu unsurun vurgulanması, öğrencilerin bu unsuru benimseyerek görüşlerinin yeterli düzeye ulaşmasına neden olmuştur. Bilim insanlarının deneyler ya da çalışmaları sonucunda elde ettiği

gözlemlerinden ve verilerden bir çıkarım oluşturma aşamasında kısmi olarak yaratıcılık ve hayal gücünden yararlandığını öğrencilerin kabul etmesi ilk aşamada zor olmuştur. İkinci etkinlikte aynı verilerde yola çıkarak neden farklı çıkarımda bulundukları sorusuna yorum ve düşünce biçimlerinin farklı olduğu yanıtına kendileri ulaşmış fakat bilim insanlarının bu özelliği kullanarak bilimsel bilgiyi oluşturduklarına inanmaları zor olmuştur. Bilim insanlarının ayrıntılarını bilmedikleri ya da göremedikleri ancak elde ettikleri verilerden yola çıkarak bir doğa olayını açıklayacak tahminde bulunduğu öğrencilere açıklanmıştır. Bu açıklama üzerine öğrenciler öğrendikleri pek çok kavramın aslında olmadığını ya da icat edildiğini fark ederek çok şaşırmışlardır. Örneğin öğrencilerle bu konuda yapılan bir tartışmada *"Kuvvet var mıdır?"* sorusuna evet yanıtını vermeleri üzerine nasıl bu kadar emin oldukları sorulmuştur. Öğrenciler ilk olarak yanıt verememişlerdir daha sonra ise Newton'un bulduğu yanıtına sığınmışlardır. Öğrencilere kuvvetin sembolü, birimi ve özellikleriyle Newton'un oluşturduğu bir kavram olduğu açıklanmış, başka bir bilim adamı olsa belki kuvvet kavramını farklı sembolle ya da farklı birimle öğreneceğimiz belirtilmiştir. Öğrenciler o halde tekrar öğrendikleri tüm kavramların uydurma mı olduğunu sormuştur. Bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü kısmi olarak kullandığı, önemli olan elde ettiği verilere uygun bir açıklama geliştirdiği yoksa herkesin bir kavramı ortaya atarak bilimsel bilgi ortaya koyduğu iddiasının kaçınılmaz olduğu tartışmada vurgulanmıştır.

Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin sonlandırılmasından sonra öğrenciler, bilimin doğası anketinin son test uygulamasında yaratıcılık ve hayal gücünün incelendiği tüm sorularda gerekli açıklamaları yaparak yanıtları vermişlerdir. Örneğin türler hakkındaki soruda, verimli döller vermenin bir kabul olduğu ve bunun yerine başka bir ölçütün de kabul edilebileceğini belirtmişlerdir. Bilim insanlarının gözlemlerinin aynı olsa dahi farklı çıkarımlarda bulunabilecekleri çünkü yaratıcılık ve hayal güçlerinin her birini farklı olarak etkilediğini belirtmişlerdir. Anketin yanıtlarında öğrencilerin konuyu açıklamak için etkinliklerde öğrendikleri olayları yazmaları – örneğin: Rutherford'un altın plakalarla yaptığı deney, Henry'nin çalışmalarını yayımlamadaki kararsızlığı- bir yandan sevindirici bir yandan da düşündürücüdür. Öğrenciler anket sorusunda hangi bilimin doğasına ilişkin unsurun sorgulandığını fark ederek, etkinliklerdeki olayları unutmadan örnekler vererek açıklamıştır. Fakat diğer yandan ise etkinliklerde öğrendikleri olaylar dışında bu konuya örnek verecek farklı

bilgilerinin olmaması üzücüdür. Öğretim hayatları boyunca bilim insanlarının bilimsel bilgi üretmede kısmen yaratıcılık ve hayal gücünden yararlandığı bir yana, daima objektif olmaları gerektiği öğretilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin etkinliklerin uygulaması esnasında karşı çıkmaları doğal olarak karşılanmalı ve uygulama sonrasında profillerinin "yeterli" seviyeye çıkması büyük bir başarı olarak yorumlanmalıdır.

Uygulamalardan önce bilimin sosyal ve kültürel doğası hakkında öğrencilerin %60'ının düşünceleri "zayıf" olarak belirlenmiştir. Geriye kalan iki öğrencinin ise bilimin doğası anketine bu konuda yeterli görüşler sunduğu kabul edilmiştir. Örneğin bir öğrenci (K_1) yanıtında bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmemesi gerektiğini ve etkilendiğinde ise başarısız olacağını anketin dokuzuncu sorusunun yanıtı olarak açıklamıştır. Bu konuya örnek olarak ise klonlama çalışmalarının yapılamamasını açıklamıştır. Bir diğer öğrenci de (K_3) bu yönde yanıt vermiş ve yanıtını ırkçılık ile açıklamıştır. Bazı insanların kendi ırkını zencilerden daha yüksek görmesi, bu halkın zararına olacağını ve bu nedenle bilim insanlarının sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmemesi gerektiğini belirtmiştir. K_5 ise anketin dokuzuncu sorusuna şu şekilde yanıt vermiştir:

"Bilimin evrensel olduğu düşünüyorum çünkü sosyal ve kültürel değerleri içerirse, sadece belirli konular üzerinde durulur ama evrensel olursa her bir merak duygusunu araştırma gereği duyarsın." Yani bilim insanlarının çıkarları ya da değerleri doğrultusunda belirli konular üzerinde yoğunlaşacakları ve diğer konular üzerine gitmeyeceklerini belirtmiştir.

Uygulamadan sonra ise tüm öğrencilerin bilimin sosyal ve kültürel unsuru hakkında görüşlerinin yeterli düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinden dördüncü ve altıncı etkinlikte vurgulanan bu unsur hakkında materyaller kullanılarak yapılan tartışmalarda, öğrencilerin bilimin ve bilim insanının sosyal ve kültürel öğelerden etkilendiğini benimsemişlerdir. Örneğin dördüncü etkinlikte Serway kitabından alınan ve Colladon adında bir fizikçinin çalışmasını açıklayan okuma parçasının incelenmesi istenmiştir. Colladon'un hareketli mıknatıs deneyini Faraday'dan önce yaptığı ancak deney düzeneğindeki bir değişikliğin nedeni sonucu sonuçlara ulaşılamaması tartışılmıştır. Altıncı etkinlikte ise pek çok bilim insanının hayatından oluşturulan bir okuma parçası inceleyen öğrenciler, Faraday ile aynı deneyleri yapmasına rağmen neden Herny'nin bunları yayımlamada başarısız

olduğu sorgulanmıştır. Bilim insanlarının da ön bilgilerinden, yaşadıkları çevreden ve duygularından etkilenebilecekleri vurgulanarak öğrencilerin bilimin sosyal ve kültürel unsurunu benimsemeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin bilim denilince günlük yaşamın dışında kalan bir ortam ve kişileri düşünmesi düşündürücüdür. Tüm öğretim yılları boyunca matematik ya da fene merakı olan öğrenciler bu alana yönlendirilirken resim ya da müzik gibi derslerden uzaklaşmıştır. Ortaöğretim de ise bu kutuplaşma daha da belirginleşmekte ve öğrenciler sadece belirli bir alana yönlendirilerek, diğer alanlara olan ilgisi körelmektedir. Derslerin birbiriyle etkileşimli olmaması, öğrencilerin alanları dışındaki kişilerle de iletişimini koparmalarına ve mesleklerine de bunu taşımalarına neden olmaktadır. Snow'un 'İki Kültür' adlı kitabında, artık bu ayrımın çok belirgin olduğu belirtilmektedir. Yıldırım ise 'Bilimsel Düşünme Yöntemi' adlı kitabında bu duruma yönelik çözümü şu şekilde ifade etmiştir: "Okul çağında öğrenme eğilimleri sanat ve yazına yönelik olanlar, "bilimsel yaklaşım" dediğimiz deneysel ve eleştirel çözüm arayışına yabancı kalmaz, öğrenme eğilimleri bilim ve matematiğe yönelik olanlar yazın ve sanata uzak durmazsa istenen iletişim kurulabilir, dolayısıyla kültürel bölünme önlenebilir." (s. 366) Yapıcı (2005) çalışmasında gelişmiş ülkelerde eğitimin daha geniş kapsamlı olduğunu şu şekilde belirtmiştir:

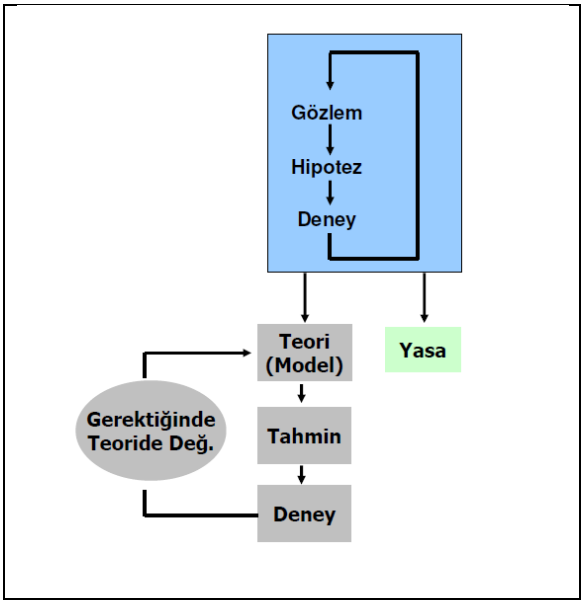
"Bilim ve bilimselliğin bir süreç olduğu gerçeği, gelişmiş ülkelere bakıldığında daha kolay anlaşılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, eğitim süreci genel olarak, doğumdan ölümü kadar süren bir süreç olarak kabul edilmektedir. Özelde de, okul öncesi eğitimden lisan üstü eğitime kadar dikey ve yatay kaynaşıklığı olan bir süreçtir. Örneğin Amerika'da lisansüstü eğitim yapmak üzere başvuran herkesin ilgisini çeken noktalardan bir tanesi de şudur: Başvuru formlarında akademik başarının yanı sıra, okul öncesinden itibaren sosyal ve kültürel aktiviteler de sorgulanmaktadır".

İnsan faaliyeti sonucu oluşan bilimin ve bilimsel bilginin, din ve sanat gibi pek çok sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmemesi mümkün olmadığı gibi ülkemizde bu durum yadırganmaktadır. Bunun için ise çözüm olarak, şuan ki eğitim sistemimizin bu konuda bir reforma ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Uygulamalardan önce öğrencilerin tamamının, bilimin çıkarıma dayalı doğası hakkındaki görüşlerinin *"zayıf"* olduğu tespit edilmiştir. Ancak uygulamalardan sonra ise bu görüşlerinde bir değişmenin belirlenememesi üzerine, bu unsur için öğrenci profilleri yine zayıf olarak tespit edilmiştir. Bilimin çıkarıma dayalı unsurunun vurgulandığı birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci etkinliklerin değerlendirilmesi yapıldığında; öğrencilerin bu unsur hakkında yeterli görüşe sahip oldukları

görülmektedir. Öğrenciler anketin altıncı ve sekizinci sorularında ise bilimin çıkarıma dayalı doğasından bahsetmemişlerdir. Yapılan bireysel anketlerde yönlendirici sorular sorulmuş fakat öğrenciler yine de beklenen yönde bir görüş belirtmemişlerdir. Bu başlık altında incelenen diğer unsurların tamamı hakkındaki öğrenci profilleri, bilimin doğası anketine verilen yanıtlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu nedenle öğrencilerin bilimsel bilginin oluşmasında gözlemlere ve eldeki verilere dayanan bir çıkarımda bulunmanın önemini kavramalarına rağmen, uygulamalar sonrasında profillerinin *"zayıf"* olduğunu söylemek gerekmiştir.

Uygulamalardan önce öğrencilerin bilimsel teori ve yasanın rolü hakkındaki görüşlerinin tamamı *"zayıf"*, uygulamalardan sonra ise *"yeterli"* olarak belirlenmiştir. Ancak bu değişimin gerçekleşmesi hiç de kolay olmamıştır. Bilimin doğası anketinin beşinci sorusunda bilimsel teori ve yasanın arasında bir fark olup olmadığının bir örnekle açıklanması istenmiştir. Öğrencilerin tamamı ön test uygulamasında bu soruya yanıt olarak evrim teorisini örnek göstererek açıklamaya çalışmıştır. Evrim teorisi üzerinden bilimsel teorinin açıklanışı sonucunda hem bilimsel hem de dinsel olarak, teorinin gerçekte taşıdığı anlama karşı çıkmaları beklenen bir sonuçtur. Teorilerin zamanla yasalara dönüştüğü hakkında yaygın olan mitten ise ankete verdikleri yanıtlarda bahsetmemişlerdir. Yapılan bireysel mülakatlarda ise bu konuya yönlendirildiklerinde öğrencilerin tamamı, teorilerin yoruma açık olduğunu ancak ispatlandığında yasalara dönüşebileceğini belirtmişlerdir. Bu düşünceden yola çıkan öğrenciler teorilerin kesin olmadığı, ispatlanmadığı fakat yasaların ise kesin ve ispatlanmış bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Alanyazında "Bilimsel teoriler yeterli kanıt ile ispatlanırsa kanun olurlar ve dolayısıyla kanunlar teorilerden daha yüksek bir statüye sahiptirler" (Lederman, 1998) olarak yer alan bu mite olan inanç ortaya çıkmıştır. İlk olarak dördüncü etkinlikte 'Neden Faraday yasası yerine, Faraday teorisi demiyoruz?' sorusuyla öğrencilerin bu konudaki görüşleri açığa çıkartılmıştır. Zayıf olan görüşlerini değiştirmek için araştırmacı tarafından hazırlanan bir sunu öğrencilerle paylaşılmıştır. Sunuda örneğin kinetik teori gibi örneklerden yola çıkarak yasa ve teorinin özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Bugüne kadar teorilerin yasalara dönüştüğünü gösteren aşamalardan farklı olan bir model öğrencilerle paylaşılmıştır. Aşağıdaki şekilde Çelik ve Bayrakçeken tarafından oluşturulan bir sunumdan alınan bu model verilmiştir.



Şekil 3 Bilimsel Yöntem Modeli

Öğrenciler hazırlanan sunudan önceki uygulamalarda, bilimsel yasa ve teori hakkındaki bilgilerini kendilerine güvenerek savunurken; etkinliklerdeki uygulamalarla birlikte fikirleri değişmiş ve neden kendilerine bu şekilde öğretilmediğini sorgulamaya başlamışlardır. Ayrıca biyoloji ve felsefe gibi ders kitaplarında genel olarak teorilerin yasalara dönüştüğü bilgisi yer alırken, kendilerine farklı olarak öğretilmesi inandırıcı gelmemiştir. Etkinlik tamamlandıktan sonra etkinlik hakkında yansıtıcı yazı yazmaları istendiğinde, bilimsel teori ve yasalar arasındaki ilişkiyi çeşitli şekil ve benzetmelerle açıklamışlardır. Altıncı etkinlikte ise teorilerin ne tür bilgiler olduklarının sorulması üzerine, dördüncü etkinlikte yapılan sunumu hatırlayarak soruyu yanıtlamışladır. Ancak öğrenciler yanıtlarındaki bilgiyi halen benimsememiş ve yeteri kadar ikna olmadıkları görülmüştür. Bunun üzerine günlük yaşamın içerisinde farklı anlam kazanmış olan teori kelimesi ile bilimsel teoriyi ayırt edemediklerine karar verilmiştir. Günlük dilde 'teori' denince genellikle olgusal olmayan veya uygulama dışı kalan soyut bir şey akla gelir (Yıldırım, 2008: 132). Bu nedenle bir biyoloji kitabında yer alan (Campbell ve Greece) teorilerin yapısı hakkındaki bölümü incelemeleri için öğrencilere sunulmuştur. Biyoloji kitabının seçilmesindeki amaç; kendilerine biyoloji dersinde bu şekilde öğretildiğini iddia ettiklerinden dolayı onların güvenlerini kazanmaktır.

Batıda teori ve yasa kavramlarının tanımlanmaları ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin algılanmasındaki sorunlar son 15 yıldır yapılan çalışmalar ile irdelenmektedir. Benzer şekilde var olan bilimsel süreç ve bilimin doğasına ilişkin kavramların mekanik olarak algılanmasından kaynaklanan problemler de alanyazında birçok kez vurgulanmıştır (NRC, 1998). Batıda olduğu gibi ülkemizde de bilimsel süreç ve bilimin doğasına ilişkin kavramların öğretiminde problemler yaşanmaktadır (Bağcı-Kılıç, 2003). Öğrencilerin bilimsel teori ve yasa arasında ne gibi fark olduğunun bir örnek açıklanması istendiğinde hepsinin evrim teorisini örnek vererek açıklaması üzerinde durulması gerekmektedir. Evrim teorisinin anlamlı bir şekilde öğrenilmesini engelleyen nedenleri şu şekilde belirlemiştir:

- Evrim teorisinin temelini oluşturan tür, doğal seçilim, adaptasyon, mutasyon, varyasyon kavramları ile ilgili eksiklikler,
- Teori, yasa ve hipotez gibi bilimin doğasıyla ilgili kavramlar hakkındaki eksiklikler,
- Bilimsel bilgiyle, geleneksel ve dinsel inançlar arasındaki farklılıkları algılamaya yönelik eksikliklerdir (Yılmaz ve Apaydın, 2007).

Öğrenciler bilimin doğası anketinin ön test uygulaması yapıldıktan sonra gerçekleştirilen bireysel mülakatlarda bilimsel teori ve yasa hakkındaki inançlarıyla dini inançları arasında kaldıkları görülmüştür. K_3 ile kodlanan öğrencinin bireysel mülakatlarda anketin dördüncü sorusu hakkındaki yanıtının bir kısmı şu şekildedir:

"Teorilerin yasalara dönüştüğünü biliyorum. Ancak şimdi bunu kabul etsem, diğer yandan evrim teorisi de yasalaşacak. Yani evrim teorisi yasalaştığında da tüm dünyanın kabul ettiği ve ispatlandığı bilgi olacaktır. Ben maymundan geldiğimize değil yaratıldığımıza inanıyorum. Bu nedenle yanıt olarak teorilerin yasalara dönüşmediğini yazdım."

Yukarıdaki yanıtta görüldüğü gibi öğrenci, bilimsel teorinin yasaya dönüşmediği yanıtına dini inançlarından dolayı bir seçim yaparak ulaştığını açıklamaktadır. Teoriler, yeni araştırma problemlerinin geliştirilmesi ve yeni araştırmalara rehberlik etmesi bakımından son derece büyük öneme sahiptirler (Lederman vd., 2002). Ancak öğrenciler teorileri statü olarak yasalardan daha düşük seviyede ve güvenilmez gördüklerini uygulamalardan önce her fırsatta dile getirmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerde yer edinmiş olan bu düşüncenin değiştirilerek, bilimsel yasa ve teorinin

özellikleri hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmaları ve bu bilgileri benimsemeleri; etkinliklerin başarılı olduğunu ortaya koyan sonuçlardan biri olmuştur.

Uygulamadan önce öğrencilerin tamamının bilimsel modellerin rolü hakkındaki görüşlerinin *'zayıf'* olduğu, uygulamalardan sonra ise *'yeterli'* düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Birinci, ikinci, üçüncü ve beşinci etkinliklerde materyallerle birlikte bilimsel modellerin özellikleri üzerinde yapılan tartışmalar, öğrencilerin bu konuda yeterli anlayışa sahip olmasını sağlamıştır. Etkinliklerde bilimsel modellerin özellikleri üzerinde bu kadar fazla vurgu yapılması sonucunda uygulamalar sırasında öğrenciler bilimsel modellerin rolü hakkında bir tartışmanın başladıklarını anlamalarıyla birlikte yanıtlarını hızlıca vermelerini sağlamıştır.

Birinci etkinlikte öğrencilere ilk olarak 'Bilimsel modeller ne işe yarar?' sorusu ile uygulamalara başlanmış ve öğrenciler bilimsel modeller hakkındaki ön bilgileri açığa çıkartılmak istenmiştir. Öğrencilerin uygulama başında çekingen davrandıkları ve bu soruya yanıt vermekten kaçındıkları görülmüştür. Ancak bu etkinliğin uygulamasının ilerleyen kısımlarında, mıknatısın etrafındaki demir tozlarının dağılımını üzerindeki tartışmalarda, bilimsel modeller hakkındaki eksik görüşleri açığa çıkartılmıştır. Manyetik alan çizgileri arasında da manyetik alanın var oluşu üzerine neden bu şekilde çizildiğinin sorulması üzerine, *"gösterimi kolaylaşsın diye"* yanıtını vermişlerdir. Öğrencilerin bu yanıta ulaşmaları üzerine bilimsel modellerin ne olduğu, nasıl oluşturulduğu ve ne işe yaradığı gibi konular üzerinde durulmuştur. Manyetik alan çizgilerin üç boyutlu olduğunu fark eden öğrencilere neden kâğıtlara iki boyutlu çizildiğinin sorulması üzerine, "kolay ve basit olsun diye" yanıtını vermişlerdir. Bunun üzerine bilimsel modellerin özellikleri açıklanmıştır. Birinci etkinlikte bilimsel modellerin rolü hakkında yeterli bilgiye sahip olan öğrenciler, bu unsurun vurgulandığı diğer etkinliklerde ise edindikleri bilgiler doğrultusunda yeterli açıklamalar yapmışlardır.

İkinci etkinlikte elde ettikleri verilerin ışığı altında gözlemleyemedikleri bir durum için tahminlerde bulunmaları ve maddelerin türü hakkında model kurmaları istenmiştir. Bilim insanlarının da bu şekilde bilimsel bilgi elde ettiği ve buna örnek olarak ise atom modelleri verilmiştir. Öğrenciler bilimin doğası anketinin ön test uygulamasında atom modellerinin kitaplarında anlatılan şeklinin, bilim insanlarının atomu elektron mikroskobuyla gördüklerinden dolayı olduğunu belirtmişlerdi. Şimdi ise

bilim insanlarının göremedikleri fakat elde ettikleri verilerden yola çıkarak, o olayı açıklayan bir model oluşturdukları fikri onları şaşırtmıştır. Bunun nedeni öğrencilerin bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olduğunu düşünmelerinden ileri gelmektedir. Grosslight, Unger ve Jay (1991) çalışmasında, birçok öğrencinin modelleri gerçeklerin bir kopyası olarak nitelendirdiği ortaya koymuştur. Bunun üzerine Rutherford'un altın plakalarla yaptığı deney anlatılarak, Rutherford'un atom teorisini nasıl oluşturduğu açıklanmıştır. Beşinci etkinlikte ise bilimsel modeller hakkında üst düzey bir beceri istenmiş ve öğrencilerin bir kutudan alüminyum halkanın nasıl fırladığını açıklayan bir model oluşturmaları istenmiştir. Böylece öğrenciler etkinlikler sonunda bir bilimsel modelin ne olduğu, ne gibi özelliklerinin bulunduğu gibi konularda yeterli bilgi sahibi edinmiştir. Bilimin doğası anketinin son test uygulamasında ise, altıncı soruya Rutherford'un yaptığı deneyi örnek vererek, bu unsur hakkında yeterli görüş bildirmişlerdir.

Fizik dersinde ve özellikle Elektrik ve Manyetizma gibi ünitelerde çok fazla soyut kavram bulunduğundan; modellerin, deneylerin ve yardımcı materyallerin kullanılması kaçınılmazdır. Özellikle ders kitaplarında yer alan hatalı modellerin öğrencilerde yanlış bilgilerin oluşmasına neden olmaktadır. Harrison ve Treagust (1996) çalışmasında öğrencilerin atom hakkındaki zihinsel modellerini, ders kitaplarından ve öğretmenlerinin kullandığı modellerden edindiklerini tespit etmişlerdir. Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2007 yılından itibaren yenilenen ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf fizik ders kitaplarının içerdiği modeller açısından Ünsal, Ergin ve Kızılcık (2009) tarafından incelenmiştir. Çalışma sonucunda kitaplarda incelenen belirli konulardaki modellerin "kısmen hatalı" olarak nitelendirilmiş ve kavram yanılgısına neden olabilecek ciddi hatalar barındırdığı belirtilmektedir. Öğretmenlerin de kitaplarda yer alan bu modeller hakkında yeterli bilgi sunmamaları sonucunda, uygulamalarda öğrencilerin atom modellerin nasıl oluşturulduğu karşısında bu kadar şaşırmaları hiç ilginç olmayacaktır. Mevcut ders kitaplarının çoğu öğrencilerin fen okur-yazarı olma becerilerini geliştirmeye yardımcı olmak bir yana engellemektedir (Köseoğlu vd., 2003: 28). Bir bilimsel model ne kadar iyi olursa olsun, bir olguyu açıklamakta tamamen yeterli değildir. Yeterli olsaydı o zaman da o bir model değil, gerçeğin kendisi olacaktır. Bu nedenle konularla birlikte atom ve manyetik alan çizgileri gibi çeşitli modellerin

özellikleri, nasıl oluşturulduğu gibi bilgilerin verilmesi öğrencilerde yanlış kavramların oluşmasına engel olacaktır.

6.2 Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşlerine Etkisi

Öğrencilerin bilimsel bilgi ve özellikler hakkındaki fikirlerini öğrenmek için, "Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi"nin uygulamasından elde edilen sonuçlar bu kısımda incelenecektir. Anket aynı zamanda "Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Anketi"nin uygulanması ve değerlendirilmesi zor olabilecek kalabalık sınıflarda, öğrencilerin görüşlerini daha kolay belirlemek için bilimin doğası anketi olarak uygulanması da önerilmiştir. Nicel olarak öğrencilerin görüşlerini değerlendirmeye yarayan bu anketin sonuçları Tablo 7'de yer almaktadır. Tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce ön testten alınan ortalama puan 57 iken, uygulamadan sonra ise 63.8'e yükselmiştir.

Bu anketin ön test ve son test uygulaması sonucu maddelere verilen yanıtlardan bazılarındaki değişim sevindirici olmuştur. Örneğin uygulamalardan sonra anketin 5. sorusunda vurgulanan bilimin yaratıcı doğasına öğrencilerin tamamı beklenen yanıtı vermiştir. Bilimsel bilginin kesin olmayan doğasının vurgulandığı 6. maddeye öğrencilerin tamamı bilimin kesin olmayan geçici yanıtlar bulduğunu belirtmiştir. Anketin 8. sorusunda vurgulanan bilim insanlarının nasıl çalıştıkları hakkındaki maddeye ise tamamı çalışmadıklarını belirtmiştir. Bilimsel bilginin subjektif doğasının öne çıktığı 15. maddeye ise tamamı aynı sorunun çözümü için farklı sonuçların ortaya konabileceğini belirtmiştir.

Ancak bir maddeye verilen yanıtlar incelendiğinde; öğrencilerin etkinliklerde, bilimin doğası anketinde hatta bireysel mülakatlarda verdiği yanıtlardan ve benimsediği düşünülen görüşlerinden farklı olan yanıtlar verdiği görülmüştür. Anketin 14. maddesine öğrencilerin %60'ı bilim insanlarının ırkının, cinsiyetinin, milliyetinin veya dininin yaptığı bilimi etkilememesi gerektiğini düşündüğünü belirtmiştir. Öğrenciler bilimsel bilginin subjektif olduğunu benimsemiş fakat bilimsel bilgiyi oluşturan bilim insanlarının sosyal ve kültürel değerlerden etkileneceğine ise katılmamışlardır. Oysa bilimin sosyal ve kültürel doğasının vurgulandığı etkinliklere ve bilimin doğası

anketinin sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin bu unsur hakkındaki profillerinin yeterli olarak belirlendiği görülmektedir. Burada öğrencilerin çoğunluğunun "Katılmıyorum" yanıtını vermesinin nedeni olarak ise; bilimsel bilgiyi oluşturan bilim insanlarının hangi aşamada objektif davranmaları beklendiğinin, hangi aşamada ise sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğinin maddede tam olarak belirli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrenciler bilimin doğası anketinin son test uygulamasında da vurgulanması üzerine, bilim insanlarının sonuçları elde etme kısmında objektif olması ve kendi menfaati doğrultusunda bu sonuçları değiştirmemesi gerektiğini söylemişlerdir. Deneyi planlamada ya da oluşturmada ve sonuçları yorumlama gibi aşamalarda ise subjektif olacaklarını belirtmişlerdir. Fakat "Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi"nde ise hangi aşamada etkilenmemeleri gerektiği açıkça belirtilmemiştir. Burada da bilimin doğası öğretim etkinliklerini değerlendirirken öğrenci görüşlerini belirlemede, öğrencilerin bu görüşleri nasıl kazandığı, değişimi, yanlış düşünceleri gibi konularda nicel veriler yerine nitel verilerin kullanılmasının daha avantajlı olacağını (Aikenhead vd., 1987) ortaya çıkmaktadır.

6.3 Bilimin Doğası Öğretim Etkinliklerinin Başarısının Değerlendirilmesi

Araştırmacı tarafından tasarlanan ve etkililiğini belirlemek için ortaöğretim öğrencilerine uygulanmış olan bilimin doğası öğretim etkinliklerin değerlendirilmesinde; bazı etkinliklerden sonra öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılardan, öğrencilerle yapılan son mülakattaki etkinlikler hakkındaki değerlendirmelerinden ve etkinlik uygulamaları sırasındaki ses ve görüntü kayıtlarından yararlanılmıştır.

Bilimin içeriği veya bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavramların değiştirilmesinin zor olduğu veya kapsamlı bir öğretime ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Driver vd., 1996). Değiştirilmesinin bu kadar zor olduğu düşünülen öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri uygulama sonunda incelendiğinde, bilimin çıkarıma dayalı unsuru dışındaki diğer tüm özelliklerde "yeterli" düzeyde görüş bildirmiş olmaları, tasarlanan öğretim etkinliklerinin başarısını ortaya koymaktadır.

Bilimin doğasının öğretimi bilişsel bir öğretim hedefi olarak dikkate alınmalıdır. Bu hedefe ulaşabilmek için tasarlanmış özel öğretim etkinliklerine ihtiyaç vardır ve öğrenciler bilimin doğasına ilişkin unsurları doğrudan öğretildiği bağlamlarda en iyi öğrenebilir (Lederman, 1999). Bu noktadan hareketle oluşturulan etkinliklerin içerdiği bilimin doğasına ilişkin unsurlarına göre, fizik konuları ile birlikte amaçlı olarak tartışmalar oluşturularak ders işlenmiştir. Diğer yaklaşımlara göre bilimin doğası öğretiminde etkisi en az olarak belirtilen dolaylı yaklaşımdaki gibi dolaylı olarak varılmak istenen bir hedef belirlenmemiştir. Etkinliklerin her birinde vurgulanan bilimin doğasına ilişkin unsuru ile etkinlikte amaçlananlar ayrı olarak vurgulanmıştır. Uygulamalar sırasında ve öğrencilerle yapılan tartışmalarda, bu unsurları belirten "bilimsel bilgi değişebilir" ya da "gözlem ve çıkarım farklı türden bilgilerdir" gibi cümlelerin kurulmasıyla açık bir şekilde vurgulanmıştır.

Etkinliklerin tamamında çalışma kâğıtları, resimler, modeller, okuma parçaları, deney araç-gereçleri ya da değerlendirme formlarının kullanılması, öğrencilerin bilimin doğası öğretiminde önemli rol oynamıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen bu veriler incelendiğinde, öğrencilerin tamamının çalışmayı ciddiye alarak katılımda bulunmaya çalıştığı görülmüştür. Uygulamalar sırasında ya da yansıtıcı yazılarda öğrencilerden olumsuz bir eleştiri alınmamıştır. Öğrenciler etkinliklerin uygulanması bitirildikten sonra, bu çalışmaya başlangıçta ön yargılı baktıklarını ve zaman kaybı olarak gördüklerini itiraf etmişlerdir. Ancak yaklaşık 2 ay süren çalışma boyunca hem fizik ders konularının işlenmesi hem de bu konularla ilgili olan bilim tarihinden örneklerin incelenmesi ya da deneylerin yapılması, öğrencilerin bu ön yargılarını gidermede etkili olmuştur. Hem konu alanına ait bilgilerin hem de bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiş ve o bilimsel bilginin nasıl, hangi şartlarda ya da hangi bilim insanı tarafından oluşturulduğunu öğrenmişlerdir.

Etkinliklerin uygulanması sırasında istenen bilimin doğasına ilişkin unsuruna ulaşılmasını sağlayan bir diğer sebep ise, öğrencilere sorulan yönlendirici sorulardır. Etkinlikleri uygulayan kişinin bu nedenle amacının ne olduğunu ve bu amaca ulaşmak için ne tür bilgiler gerektiğine hazır olarak sınıfa gelmesi gerekmektedir. Bazen öğrencilerin yanıtını bildikleri halde sorulan soru ile istenen bilimin doğasına ilişkin unsur hakkındaki açıklamayı yapamadıkları görülmüştür. Alanyazındaki çalışmalarda, öğrenciler sınıfta yapılan etkinlikler ile bilimin doğasının unsurları arasındaki ilişkiyi

kendi başlarına kuramadıkları belirtilmektedir (Meichtry, 1992). Bu nedenle bu ilişkinin kurulması için çeşitli soruların sorulmasıyla birlikte, ilişkiyi kurmaları mümkün olmuştur.

Etkinliklerin tamamında öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışmalarda bulunmaları sağlanmış, bunun farkına vararak bir bilimsel bilginin oluşum aşamalarını görmeleri amaçlanmış ve etkinlikleri uygulayacak kişiler için tüm bilimin doğasına ilişkin unsurlar her bir etkinlikte belirtilmiştir. Etkinliklerde kendilerinin çeşitli materyallerle ya da tartışmalar sonucunda ulaştıkları bilimin doğası özelliklerini, yalnızca bir metinle yazılı olarak öğretilmeye kalkılması sonucunda bu kadar başarının elde edilmesi düşünülemez. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğrencileri psiko-motor ve zihinsel olarak aktiviteye katılmaları sağlayacak şekilde tasarlanmasının, bilimin doğasına ilişkin unsurları benimsemeleri sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca tüm etkinliklerde Manyetizma ve Elektromanyetik İndüksiyon konularına bağlı olarak en iyi bağlamın seçilip bilimin doğasına ilişkin unsurlar öğretilmeye çalışılmıştır. Birinci etkinlikte, mıknatısın manyetik alanının yönü hakkındaki kabulün nasıl ortaya çıktığını; ikinci etkinlikte bilim insanlarının görmedikleri ayrıntılarını bilmedikleri fakat eldeki verilerden yola çıkarak olayı açıklayan modeller oluşturduğunu; üçüncü etkinlikte ders kitaplarındaki bilginin güncel olmadığını ve yerin manyetik kaynağı hakkında halen çalışmaların devam ettiğini; dördüncü etkinlikte Faraday'ın devrede indüklenen emk'yı açıklamak için "Manyetik akı" kavramını oluşturduğunu; kara kutu aktivitelerine benzer olan beşinci etkinlikte ise öğrendikleri bilimin doğasına ilişkin unsurları bir adım ileri götürmeyi öğrenmişlerdir. Doğrudan-yansıtıcı olarak hazırlanan bu beş etkinlikten sonra altıncı etkinlikte ise çeşitli bilim insanlarının kısa hayat hikâyesinin yer aldığı bir okuma parçasının incelenmesi istenmiştir. Tarihsel yaklaşıma uygun olarak hazırlanan bu etkinlikte, diğer etkinliklerde vurgulanan öğeler üst düzeye çıkarılmak istenmiştir. Yukarda açıklanan bu tür bağlamların, öğrencilerin ilgisini çekerek araştırmanın amacına ulaşılmasında başarıyı sağladığı görülmektedir. Örneğin öğrencilerin öğrenmede en fazla direnç gösterdikleri konulardan biri olan bilimsel yasa ve teorilerin özellikleri ile ilgili ilk dördüncü etkinlikte büyük bir tepki ile öğretilmeye çalışılan kavrama karşı çıkmışlardır. Alanyazındaki araştırmalarda, öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmelerinde etkili olan faktörlerden biri olarak öğrencilerin sahip oldukları konu alanı bilgisi ve bilimin doğası ile ilgili fikirlerindeki kararlılık olduğu belirtilmiştir

(Driver vd., 1996). Yapılan sunu çalışmasından sonra altıncı etkinlikte bir biyoloji kitabından yararlanılarak bilimsel teori kelimesinin günlük hayattan sıyrılması için yapılan tartışma soncunda, yanlış olan bilgilerindeki ısrarlarından vazgeçmişler ve bu unsur hakkında "yeterli" düzeyde görüş belirtmişlerdir. Böylece kullanılan bağlamların, materyallerin ve örneklerin amaca ulaşılmasında iyi bir seçim olduğunu göstermektedir.

Böylece bir fizik konusuna bağlı olarak doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşıma uygun olarak hazırlanan altı farklı bilimin doğası öğretim etkinliğin, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinde olumlu bir değişim yarattığı belirtilmiştir. Aynı zamanda bilimsel bilgiye yönelik olan tutumlarında da olumlu bir değişime neden olmuştur.

7. ÖNERİLER

Bilimin doğasının öğretiminin çağdaş fen öğretiminin önemli hedefleri arasında yer aldığı (Lederman, 1992) bundan önceki bölümlerde belirtilmiştir. Bu hedefi yerine getirmek için fen öğretmenlerine ve öğretim programları geliştiren kişilere önemli görevler düşmektedir. İlköğretimlerde Fen ve Teknoloji dersi ile ortaöğretimdeki fen dersleri müfredatları yapılan çalışmalarla yenilenmiştir. Yenilenen ortaöğretim Fizik 9 ders kitabında, "Fiziğin Doğası" adlı ilk ünitede, bilimin doğasıyla ilgili unsurlardan bazılarına vurgu yapılmaktadır. Ancak ders kitaplarında yer alan ya da öğrencilerin bilmesi gereken bilgileri düzenleyen kişiler fizik öğretmenleridir. Fen öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki tutumunun öğrencilerin görüşlerini şekillendirdiği bilinmektedir (Lederman, 1999). Bu nedenle ilk olarak bilimin doğasını öğretmede fen öğretmenlerinin istekli olması gerekmektedir. Eğer öğretmenler bu konuda istekli olurlarsa, araştırmacı tarafından hazırlandığı gibi farklı etkinlikler tasarlayarak öğrencilere bilimin doğasına ilişkin unsurları kazandırabilirler.

Fen öğretmenlerinin bilimin doğası öğretiminin bilişsel bir öğretim hedefi olduğunun farkında olarak, bu amacı gerçekleştirmek için zaman ve emek harcaması gerekmektedir. Öğrencilerde kazandırılması istenen ilgili unsurlar için çok iyi ve her açıdan yeterli olan etkinliklerin geliştirilmesi gerekmektedir. Planlı ve programlı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan etkinliklerin fen öğretmenleri tarafından incelenmesi önerilmektedir. Alanyazında yer alan diğer bilimin doğası öğretim etkinliklerini de inceleyerek, benzerlerini tasarlama konusunda öğretmenlerimize büyük görevler düşmektedir.

Çalışmanın önceki kısımlarında alanyazında bilimin doğası öğretimi için dolaylı yaklaşıma göre, doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşımın öne çıktığı belirtilmiştir. Bu konuda çalışma yapacak olan araştırmacılara ve fen öğretmenlerine hangi bilimin doğası öğretim yönteminin daha etkili olacağı tartışmasının önüne geçilmesi için, dolaylı yaklaşım dışındaki diğer iki yaklaşımdan yararlanarak etkinlikler tasarlaması önerilmektedir. Önemli olan amacın daima etkili olacak bilimin doğası öğretim etkinlikleri tasarlamak olduğu unutulmamalıdır.

Araştırma sonucunda öğrencilere kazandırılmak istenen bilimin doğasına ilişkin unsurlardan, bilimin çıkarıma dayalı unsurunda istenilen profile ulaşılamamıştır. Bu unsurun kazandırılmaya çalışıldığı birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci etkinlikte elde edilen verilere bakıldığında öğrencinin bu konuda yeterli bilgilere ulaşıldığı düşünülürken, bilimin doğası anketinin 6. ve 8. sorusunda bu unsura vurgu yapmamaları henüz istenilen düzeye ulaşılmadığını belirtmektedir. Ancak bunun bir diğer nedeni de bilimin doğası anketinin bir sorusunda birden fazla bilimin doğasına ilişkin unsurun sorugulanması olabilir. Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki profillerini belirlemede bir soruda birden fazla bilimin doğasına ilişkin unsurun yer aldığı görülebilir. Bu nedenle araştırmacılara VNOS-C anketi dışında, her bir bilimin doğasına ilişkin unsuru her bir ayrı soruda açığa çıkarmaya çalışan bir ölçeğin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca bilimin doğası üzerine görüşler anketinin uygulanmasının ve değerlendirilmesinin zor olacağı sınıflarda, bilimsel bilgiye yönelik tutum anketinin bilimin doğası görüşlerinin belirlenmesinde kullanılması önerilmektedir.

Fen öğretmenleri ya da araştırmacılar tarafından tasarlanacak olan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin kesinlikle bir fen konu alanına bağlı olarak tasarlanması önerilmektedir. Araştırmada öğrenciler etkinlikte vurgulanan bilimin doğasına ilişkin unsurları, konu ile ilgili olan tartışmalarda araştırmacı tarafından herhangi bir açıklamaya gerek duymadan, yeterli olan görüşlerini açıklamasıyla görülmüştür. Öğrencilerin konu alanıyla bir ilişki kurarak bilimin doğasına ilişkin unsura ulaşması sevindirici olmuştur. Alanyazında yer alan çalışmalarda öğrencilere kazandırılmak istenen bu unsurların fen bilgisi ve fen dersi programlarına dahil edilmesinin, bunlarla ilgili ayrı birer ünite demek olmadığı, bu konuların normal müfredat içerisine yayılarak işlenmesinin en iyi yol olacağı belirtilmiştir (Türkmen ve Bonnstetter, 1998).

KAYNAKÇA

Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science in preservice elementary science courses: abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education, 12*(3), 215-233.

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. (2004). Over and over again: collage students' views of nature of science. Flick, L. B. and Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning and teacher education* (pp.389-426). Springer Academic Publishers, The Netherlands.

Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G. (2000). 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., Bell, R. B. and Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making then unnatural natural. http://dahsm.medschool.ucsf.edu/history/Medical_Tech_Course/Med_Tech_PDF/KhalickNature_of_Science.pdf

Aikenhead, G. S. and Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education, 76*(5), 477–491.

Aikenhead, G. S., Fleming, R. W. and Ryan, A. G. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. methods and issues in monitoring student views. *Science Education, (71)*2, 145-161.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(4), 295-317.

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans.* New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy.* New York: Oxford University Press.

Aslan, O., Yalçın, N. ve Taşar, M., F. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, (10)*3, 1-8.

Ayar, M. C. (2007). *Fen-teknoloji-toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aycan, Ş. ve Yumuşak, A. (2002). Lise müfredatındaki fizik konularının anlaşılma düzeyleri üzerine bir araştırma. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi,* Ankara. Web: http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Poster/t96d.pdf adresinden 10 Mart 2008'de alınmıştır.

Ayvacı, H. Ş. (2007). *Bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesine yönelik bir çalışma.* Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online, 2*(1), 42-51.

Bell, R.L. (2004). Perusing pandora's box. In Flick, L. B. and Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning and teacher education* (pp. 427-446). Springer Academic Publishers, The Netherlands.

Bell, R. L. (July, 2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. *National Geographic*, Web: http://www.ngsp.com/Portals/0/downloads/SCL22-0449A_AM_Bell.pdf adresinden 10 Ekim 2009'da alınmıştır.

Bell, R. L., Lederman, N. G. and Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow up study. *Journal of Research in Science Teaching (37)*6, 563–581.

Beşli, B. (2008). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim tarihinden kesitler incelemelerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Bodner, G. M. (1986). Constructivism: a theory of knowledge. *Journal of Chemical Education, (63)*10, 873-878.

Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J. and Shipman, H. L.(2000) Diversity of students' views about evidence, theory and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching, (37)*4 ,340-362.

Can, B. (2008). *İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğası ile ilgili anlayışını etkileyen faktörler,* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. and Unger, C. (1989). An experiment is when you try it and see if it works': a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education, (11)*Special Issue, 514-529.

Cobern, W. and Loving, C. (1998). The card exchange introducing the philosophy of science. In W. F. Mccomas (Eds.), *The Nature of Science and Science Education: Rationales and Strategies,* (pp.73-82). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Çelik, S. ve Bayrakçeken, S. (2006). The effect of a 'science, technology and society' course on prospective teachers' conceptions of the nature of science. *Research in Science and Technological Education, (24)*2, 255–273.

Çelikdemir, M. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerinin araştırılması,* Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Doğan-Bora, N. (2005). Türkiye genelinde ortaöğretim fen branşı öğretmen ve öğrencilerinin bilimin doğası üzerine görüşlerinin araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Doğan-Bora, N., Arslan, O. ve Çakıroğlu, J. (2006). Lise öğrencilerinin bilim ve bilim insanı hakkındaki görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 31, 32-44.

Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K., ve Çavuş, S. (2009). *Bilimin doğası ve öğretimi.* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Driver, R., Leach, J., Millar, R. and Scott, P. (1996). *Young people's images of science.* Buckingham: Open University Press.

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Feyerabend, P. (1999). *Yönteme Karşı*, Ayrıntı Yayınları.

Gürbüz, C. (2005). Bilim tarihi düşüncesi. Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi (5)1, 1-5.

Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Mavi, A. (2004). Bilimin doğasının öğretimi için ilginç bir konu: gravitasyon. *Milli Eğitim Dergisi*, 162.

Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M. (2005). Bilimin doğası ve yüksek öğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri. *Milli Eğitim Dergisi,* 166.

Hammerich, P. L. (1998). Confronting students' conceptions of the nature of science with cooperative controversy. In W. F. Mccomas (Eds.), *The Nature of Science*

and Science Education: Rationales and Strategies, (pp.127-136). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Harrison, A. G. and Treaqust, D. F. (1996). Secondary students mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education*, *80*(5), 509-534.

Khisfe, R. and Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching (39)*7, 551-578.

Khishfe, R. and Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education (29)*8, 939-961.

Khishfe, R. and Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching (43)*4, 395-418.

Khishfe, R. F. (2004). *Relationship between students' understandings of nature of science and instructional context.* Doctor of Philosophy in Science Education, The Illinois Institute of Technology, Chicago.

Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya, C. (2005). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını anlama düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi* 28, 127-133.

Kipnis, N. (1998). A history of science approach to the nature of science: learning science by rediscovering it. In W. F. Mccomas (Eds.), *The Nature of Science and Science Education: Rationales and Strategies*, (pp.177-196). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Kimball, M. E. (1967-68). Understanding the nature of science: a comparison of scientists and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching* 5, 110-120.

Kocakülah, M. S. ve Kaya, A. (2006). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim doğasına ilişkin anlamalarını geliştirmeye yönelik bir ders.* VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 762-765.

Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Budak, E. (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili yeni anlayışlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (28)*2, 221-237.

Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Tümay, H., Kadayıfçı, H. ve Taşdelen, U. (2003). Yapılandırmacı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Kuhn, T. S. (2008). *Bilimsel devrimlerin yapısı*. İstanbul: Kırmızı Yayınları.

Küçük, M. ve Çepni, S. (2006, 7-9 Eylül). *İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi.* VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 364-370.

Küçük, M. (2006). *Bilimin doğasını ilköğretim 7.sınıf öğrencilerine öğretmeye yönelik bir çalışma,* Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Küçük, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit-reflective teaching in a science, technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education (33)*2, 16-40.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching (39)*6, 497-521.

Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F. and Bell, R. L. (2001). Pre-service teachers' understanding and teaching of nature of science: an intervention study. *Canadian Journal of Science Mathematics And Technology Education (1)*2, 135-160.

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.

Lederman, N. G. and Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. Mccomas (Eds.), *The Nature of Science and Science Education: Rationales and Strategies* (pp.83-126). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Lederman, N. G., Wade, P. ve Bell, L. R. (1998). Assessing understanding on the nature of science: a historical perspective. In W. F. McComas (Eds.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp.331-350). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching (36)*8, 916-929.

Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In Flick, L. B. and Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning and teacher education* (pp.301-317). Springer Academic Publishers, The Netherlands.

Lee, Y. (2007). Teaching the nature of science through practical problem solving in daily-life contexts. *School Science Review (88)*324, 97-105.

Lin, H. S. and Chen, C. C. (2002). Promoting preservice chemistry teacher' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching (39)*9, 773-792.

Macaroğlu, E., Taşar, M. F. and Çataloğlu, E. (1998, 19-22 April). *Turkish pre-service elementary teachers' beliefs about the nature of science.* Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.

McComas, W. F. (1998a). A thematic introduction to the nature of science: the rationale and content of a course for science educators. In W. F. McComas (Eds.), *The*

Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies (pp.211-222). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

McComas, W. F. (1998b). The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In W. F. McComas (Eds.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp.53-72). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

McComas, W. F., Clough, M. P. and Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Eds.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp.3-39). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

McComas, W. F. and Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Eds.), *The nature of science in science education: Rationales and Strategies* (pp.41-52). Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

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.

Morgil, İ., Temel, S., Güngör-Seyhan, H. ve Ural-Alşan, E. (2009). Proje tabanlı laboratuar uygulamasının öğretmen adaylarının bilimin doğası konusundaki bilgilerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (6)*2, 92-109.

Moss, D. M., Abrams, E. D. and Robb, J. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education (23)*8, 771-790.

Moti, Ben-Ari. (2006). Just a theory: exploring the nature of science. Prometheus Books

Muğaoğlu, E. Z. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini açıklayıcı bir model çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Acedemy Press.

National Research Council. (1998). Teaching about evolution and the nature of science. Washington, DC: National Academy Press.

Nott, M. and Wellington, J. (1998). A programme for developing understanding of the nature of science in teacher education. In W. F. McComas (Eds.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp.293-313), Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.

Palmquist, B. C. and Finley, F. N. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching (34)*6, 595-615.

Popper, K. R. (1998). *Bilimsel Araştırmanın Mantığı*, Yapı Kredi Yayınları.

Regis A. and Albertazzi, P. G. (1996). Concept maps in chemistry education. *Journal of Chemical Education (73)*11, 1084-1088.

Ryan, A. G. and Aikenhead, G. S. (1992a). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education 76*(6), 559-580.

Ryan, A. G. and Aikenhead, G. S. (1992b). The development of a new instrument: views on science-technology-society (VOSTS). *Science Education (76)*5, 477-491.

Ryder, J., Leach, J. and Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. Journal of Reserach in Science Teaching (36)2, 201-220.

Sadler, T. D., Chambers, F. W. and Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education (26)*4, 387–409.

Schwartz, R. S. and Lederman, N. G. (2002). It's the nature of the beast: the influence of knowledge and intentions an learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching (39)*3, 205-236.

Sencer, M. (1998). *Bilim Tarihinde Dönüm Noktaları*. Say Yayınları, sayfa 147-155.

Seung, E., Bryan, A. L. and Butler, M. B. (2009). Improving preservice middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches. *Journal of Science Teacher Education 20*, 157-177.

Snow, C. P. (2001). *İki Kültür*, Tübitak Yayınları.

Solomon, J., Scott, L. and Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education (80)*5, 493-508.

Sullenger, K. and Turner, S. (1998). Nature of science: implications for education: an undergraduate course for prospective teachers. In W. F. McComas (Eds.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp.243-253). Kluwer Academic Publishers, Published in Netherlands.

Şahin-Pekmez, E. ve Taşkın-Can, B. (2006, 7-9 Eylül). *Üniversitelerde bilimin doğası anlayışı biliniyor mu?*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 371-375.

Taşar, M. F. (2002). *Bilim hakkındaki görüşler anketi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Web: http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/OgretmenYetistirme/Bildiri/t307d.pdf adresinden 10 Ekim 2009'da alınmıştır.

Taşar, M, F. (2003). Teaching history and the nature of science in science teacher education programs. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (1)*13, 30-42.

Temel, S., Morgil, İ., Özyalçın-Oskay, Ö., Güngör-Seyhan, H., Ural, E. ve Yavuz, S. (2006, 7-9 Eylül). *Kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası ve fen eğitimini konusundaki görüşlerinin belirlenmesi.* VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 1089-1093.

Topdemir, H. G. (2002). Bilim, bilim tarihi ve felsefe ilişkisi üzerine. *Düşünen Siyaset (16)*, 53-66.

Türkmen, L. ve Bonnstetter, R. (1998). Inclusion of the nature of science in Turkish science education curriuclum (K-11): as a different approach. *Science Education International (9)*4, 15-19.

Türkmen, L. ve Yalçın, M. (2001). Bilimin doğası ve eğitimdeki önemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* Cilt III, Sayı 1, 189-195.

Yapıcı, M. (2005). Bilim ve bilim insanının nitelikleri. *Üniversite ve Toplum (5)*1, Web: http://www.universite-toplum.org/text.php3?id=231 adresinden 10 Şubat 2010'da alınmıştır.

Yıldırım, C. (1999). *Bilim Tarihi,* Remzi Kitabevi.

Yıldırım, C. (2008). *Bilim Felsefesi,* Remzi Kitabevi.

Yıldırım, C. (2003). *Bilimin Öncüleri,* TÜBİTAK Yayınları.

EKLER

EK-1 VNOS-C Anket Soruları

Ankette yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Sizce bilim nedir? Bilimi (ya da fizik, kimya, biyoloji gibi bilimsel alanları) din ve felsefe gibi disiplinlerden ayıran nedir?
2. Deney sizce nedir?
3. Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir?

- Evetse, niçin? Fikrinizi destekleyen bir örnek veriniz.
- Hayırsa, niçin? Fikrinizi destekleyen bir örnek veriniz.

4. Bilim insanları bilimsel bir teoriyi geliştirdikten sonra (Ör: Atom teorisi, evrim teorisi) bu teori zamanla değişir mi?

- Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız, niçin olduğunu açıklayınız? Cevabınızı örneklerle savununuz.
- Eğer bilimsel teorilerin değişebileceğine inanıyorsanız, (a) teorilerin neden değiştiğine inanıyorsunuz? (b) o zaman niçin teorileri öğrenmek için hâlâ çaba harcadığımızı açıklayınız? Cevabınızı örneklerle savununuz.

5. Bilimsel bir teori ve bilimsel bir yasa arasında fark var mıdır? Bir örnek veriniz.
6. Fen kitapları genellikle atomu; protonlardan (pozitif yüklü parçacıklardan) ve nötronlardan (nötr parçacıklardan) oluşan merkezdeki bir çekirdek ile çekirdek etrafında dolaşan elektronların (negatif yüklü parçacıklardan) oluşturduğu bir şey olarak ifade etmektedir. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emin olabilmektedirler? Bilim insanlarının atomun neye benzediğine karar verirken hangi özel bilgileri kullandıklarını düşünüyorsunuz?
7. Fen kitapları bir türü, genellikle benzer özelliklere sahip organizmaların oluşturduğu ve verimli döller üretmek için birbirleriyle çiftleşen grup olarak tanımlar. Bilim insanları bir türün ne olduğuyla ilgili özellikler hakkında nasıl emin olmaktadırlar? Bilim insanlarının bir türün ne olduğuna karar vermek için hangi özel delillere sahip olduğunu düşünüyorsunuz?
8. 65 milyon yıl önce dinozorların var olduğuna inanılmaktadır. Bu var oluşu açıklamak üzere bilim adamları tarafından oluşturulan hipotezlerden ikisi daha fazla kabul edilmektedir: Bir grup bilim adamı tarafından oluşturulan

hipotezlerden biri; 65 milyon yıl önce kocaman bir meteorun dünyaya çarptığı ve yok oluşa sebep olan bir dizi olaylara neden olduğunu savunmaktadır. Diğer bir grup bilim adamı tarafından oluşturulan ikinci hipotez ise; yok oluştan büyük ve şiddetli bir volkanik patlamanın sorumlu olduğunu ileri sürmektedir. Eğer her iki gruptaki bilim adamları da bu sonuçlarına varırken, aynı verilere ulaşıyor ve aynı verileri kullanıyorlarsa, bu farklı sonuçlar nasıl ortaya çıkmaktadır?

9. Bazı iddialara göre bilim toplumsal ve kültürel değerlerden etkilenir. Yani bilim, uygulandığı kültürün; toplumsal ve politik değerleri, filozofik varsayımları ve entelektüel normları yansıtır. Diğer iddialar bilimin evrensel olduğudur. Yani, bilim ulusal ve kültürel sınırları aşar, uygulandığı yerdeki toplumsal ve politik değerler, filozofik varsayımlar ve entelektüel normlardan etkilenmeden gelişir.

- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorsanız, niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.
- Eğer bilimin evrensel olduğunu düşünüyorsanız niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.

10. Bilim insanları sorularına yaptıkları deneyler ve araştırmalar yardımıyla cevap bulmaya çalışırlar. Sizce bilim insanları bunu yaparken hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?

- Eğer cevabınız “evet” ise sizce bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıklarını araştırmalarının; planlama, deney yapma, gözlem yapma, verileri analiz etme, sonuçları açıklama ve yorumlama gibi aşamaların hangisinde kullanırlar?
- Eğer bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünüyorsanız, nedenini örneklerle açıklayınız.

EK-2 Bilimsel Bilgiye Yönelik Tutum Anketi

1. Bilim, bir şeyleri tahmin etmeye ve açıklamaya çalışır.
2. Bilim, bir şeyi ispatlayabilir, bir problemi çözebilir veya bir sorunun cevabını bulabilir.
3. Bilim, doğadaki olayların nasıl meydana geldiğiyle ilgilenir.
4. Bilim insanlarının önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler.
5. Bilim insanlarının hayal güçleri ve yaratıcıkları, yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler.
6. Bilim, sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur.
7. Bilim, daha çok gerçekleri ortaya koymaya çalışır.
8. Bilim insanlarının birçoğu kendi başlarına çalışır.
9. Bilim başarısız olabilir.
10. Bilim insanları, doğanın büyük sırlarının birçoğunu çözmüştür.
11. Bilim milyonlarca yıl önceki şeyleri ve olayları araştırabilir.
12. Bilimsel deneyler genellikle sonucu tahmin edilmeden, sadece ne ortaya çıkabileceğini görmek için yapılır.
13. Bilim insanları çoğu kez kendi fikirlerinin aksini kanıtlamaya çalışır.
14. Bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir.
15. Bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir.
16. Bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı, bilimin zayıf yönlerinden biridir.

EK-3 Etkinlik 1

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, öğrencilerin, bilimsel modellerin elde verilerden yola çıkarak bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturulan, bilimsel bilginin daha iyi anlaşılması için kullanılan kolaylaştırıcı araçlar oldukları ve gerçeğin birer kopyası olmadıkları vurgulanacaktır.
Etkinlik öğretmen tarafından öğrencilere bir gösteri deneyi gibi sunulacaktır. İlk olarak bilimsel modellerin ne işe yaradığı sorulup varsa öğrencilerin bilimsel modeller hakkındaki ön bilgileri açığa çıkartılır. Daha sonra Şekil 1.1'deki gibi bir durum oluşturularak, bu durumu açıklamaları ve bunu kağıda basitçe çizmeleri istenir. Böylece manyetik alan çizgilerine ait modeli kendilerinin oluşturması sağlanır. Öğrencilerin Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'deki durumları karşılaştırarak manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan diğerine gittiğini bulmaları istenir. Öğrencilere verilen şekillerde manyetik alan çizgilerinin kutuplardan birinden diğerine doğru gittiği yönü belirten herhangi bir işareti gözleyemediklerini belirttiklerinde, mıknatısın oluşturduğu manyetik alanın yönünün bilimsel bir kabul olduğu açıklanacaktır. Demir tozları arasındaki boşlukta da manyetik alanın olduğu Şekil 1.3'deki gibi oluşturulacak durumla açıklanır. Ayrıca öğrencilere verilen demir tozu, cam ve mıknatısla manyetik alan çizgilerinin 3 boyutlu olduğunun gözlemlenmesi amaçlanır. Böylece bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı, pozitif ve negatif yanlarının olduğu vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası

Etkinlikte amaçlanan:

- Bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığının, pozitif ve negatif yanlarının olduğunun kavranması
- Bilim insanlarının bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmasının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük katkısı olduğunun kavranması

Süre: 45 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 1: Manyetizma, Konu: Manyetik Alan, Alan Çizgileri, Alan Şiddeti

Malzemeler: Bir miktar demir tozu, kare cam parçası ve 2 adet çubuk mıknatıs.

Uyarı! Öğrencilerin cam parçası ile çalışırken dikkatli olmaları gerekmektedir. Kare cam parçasının kenarlarının keskin olmamasına dikkat edilmelidir.

Ön Hazırlık: Mıknatıslardan birinin N ve S kutuplarının ayırt edilmemesi için mıknatısın üzeri plastik ile kaplanır.

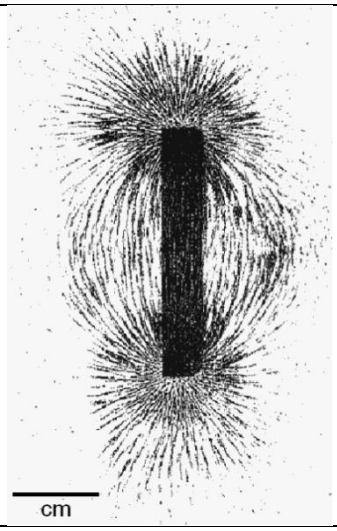
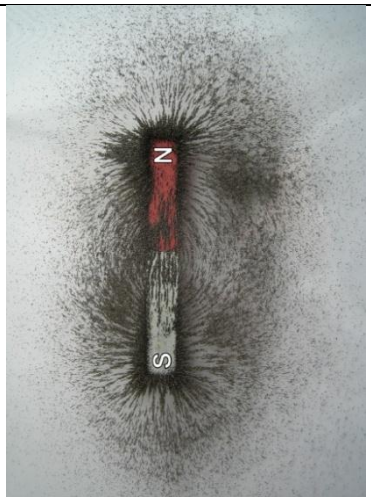
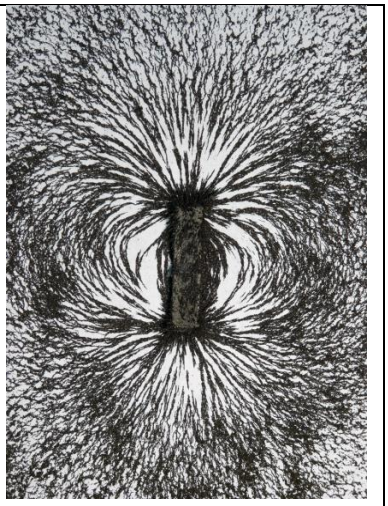
Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Etkinlik 1, ilk ünite olan Manyetizma'nın "Manyetik Alan, Alan Çizgileri, Alan Şiddeti" adlı konusu işlendikten sonra yapılacağı için, öğrencilerin teorik olarak manyetik alan çizgilerinin ne olduğunu ve özelliklerini bilmelidirler.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	Öğrencilere bilimsel modeller ne işe yarar sorusu sorulur.	Öğrencilerden gelen tüm yanıtlar sadece dinlenir ve bu cevaplar onaylanmaz. Öğrenciler düşüncelerini diğer arkadaşlarına da açıklayarak anlatır. Böylece öğrencilerin bilimsel modellerin ne olduğuna ve ne işe yaradığına ait düşünceleri öğrenilmiş olunur.
2.	Kutupları bilinmeyen mıknatıs alınarak üzerine cam parçası konulur. Camın üzerine az miktarda demir tozu serpilir. Şekil 1.1'deki gibi görülecek durumun nedeni öğrencilere sorulur.	Öğrenciler cam parçasının üzerine bakarak muhtemelen bir mıknatısın oluşturduğu manyetik alan içerisinde demir tozlarının dağılımını gördüklerini söyleyeceklerdir. Neden mıknatıs etrafında şekildeki gibi dağıldıkları sorusuna ise çubuk mıknatısın oluşturduğu manyetik alandan dolayı şekildeki gibi dağıldıklarını söylemeleri beklenir. Öğrencilerin düşüncelerini açıklamalarından sonra, burada nasıl bir işlemle bu sonu vardıkları sorulur. Gerekli yerlerde öğrencilere ipuçları verilerek gözlemi ve bu olaya neden olan sebebi açıkladıklarını bulmaları sağlanır. Cevaba ulaşamadıklarında ise yaptıklarının bir gözlem sonucunda, bunun nedenini açıklayan bir çıkarımda bulundukları açıklanmalıdır. Böylece gözlem ve çıkarım arasındaki fark belirtilecektir.
3.	Öğrencilerden cam üzerinde gördükleri dağılımı *basitçe* kağıda çizmeleri istenir.	Öğrencilerden *basitçe* çizmelerinin istenmesinin nedeni, ayrıntıya girmeden bir doğa olayını basitleştirerek kâğıda aktarmalarını sağlamaktır. Böylece etkinliğin diğer basamaklarında kendi çizdikleri manyetik alan çizgileri modeline bakarak soruları yanıtlamaları istenecektir.
4.	Öğrencilerden cam üzerindeki dağılıma bakarak "manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan girip hangi kutba gittiğine dair bir gözleminiz var mı?" sorusu sorulur.	Öğrenciler camın üzerine baktıklarında mıknatısın kutuplarının belirtilmediğini göreceklerdir. Buna göre bazı öğrenciler çizgilerinin yönüne dair bilgilerinin olamayacağını söyleyebilirler. Bazı öğrenciler ise demir tozları üzerinde yön gösteren bir işareti gözlemleyemediklerini ve sonuçta böyle bir gözlemlerinin olmadığını belirtebilirler.
5.	Basamak 1'de hazırlanan düzenekteki çubuk mıknatıs alınır. Yerine kutupları belirtilmiş olan bir çubuk mıknatıs	Şekil 1.2'deki gibi mıknatısın kutupları, Şekil 1.1'den farklı olarak üzerinde belirtilmiştir. Bazı öğrenciler demir tozları üzerinde yön gösteren herhangi bir işaret olmadığı için manyetik alan çizgilerinin yönünü gözlemleyemediklerini

	yerleştirilir. Ayrıca camın üzerindeki demir tozu miktarı arttırılır. Öğrencilere tekrar "manyetik alan çizgilerinin hangi kutuptan çıkıp hangi kutba gittiğini gözlemleyip gözlemleyemedikleri" sorusu sorulur.	belirtebilirler. Öğrencilerin verdikleri cevaplarla durumlar daha da çeşitlenebilir. Bazı öğrenciler derste öğrendikleri teorik bilgiye dayanarak manyetik alan çizgilerinin mıknatısın dışında N (kuzey)'den S (güney)'ye doğru olduğunu söyleyebilirler. Bu öğrencilere gözlemleyemedikleri bir olay hakkında nasıl bu kadar emin oldukları sorulabilir. Ders kitabında bilginin böyle yer aldığı ya da bilim insanlarının ortaya attığı bir düşünce olduğu için bu bilgiden şüphe edilmemesi gerektiğini söyleyebilirler. Bilim insanlarının da Şekil 1.2'ye bakarak aynı gözlemleri yaptığını fakat manyetik alan çizgilerinin yönü konusunda ise bir kabul yaptığı açıklanmalıdır. Bilim insanları manyetik alan çizgilerinin mıknatıs dışındaki yönelimi konusunda N'den S'ye doğru olduğunu ortaya atmışlardır.
6.	Cam üzerindeki demir tozu miktarı azaltılır. Kutupları bilinen çubuk mıknatıs alınarak yerine tekrar kutupları bilinmeyen mıknatıs yerleştirilir. Demir tozları mıknatısın manyetik alanında yönelmeleri gözlenir. Öğrencilere Şekil 1.1'deki gibi oluşacak duruma tekrar bakarak, "demir tozları arasında boşluklar olduğu ve bu demir tozu bulunmayan alanda manyetik alanın olup olmadığı" sorulur.	Öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre farklı durumlar ortaya çıkacaktır. Öğrenciler eğer çizgiler arasında alanın var olduğunu söylerse, neden o boşluklara da manyetik alan çizgilerinin çizilmediği sorulabilir. Öğrenciler eğer çizgiler arasında alan varsa neden boşluk olarak bırakıldıklarını anlayamadıklarını belirtebilirler. Boşluklarda manyetik alanın var olmadığını söyleyen öğrencilere de Şekil 1.3'deki gibi bir durum oluşturulur. Şekil 1.3'deki gibi oluşacak durumun Şekil 1.2'deki durumun aynısı olduğu ancak burada mıknatıs üzerine daha fazla demir tozu döküldüğü söylenir. Boşlukların giderek dolduğu ve demir tozlarının da manyetik alan var olduğu için, bu alanda yöneldikleri belirtilir. Tartışma sonucu tüm öğrencilere kendilerine verilen kâğıtlara manyetik alan çizgileri -tıpkı kitaplarındaki gibi- modelini çizdikleri söylenir (Basamak 3). Bu modele baktıklarında boşluklarda manyetik alan olduğu halde çizgiler belirli aralıklarla çizildiği belirtilir. Bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı, bilim insanlarının eldeki verilere dayanarak bir doğa olayını daha kolay açıklamada yaratıcılıklarından da yararlanarak kullandıkları araçlar olduğu vurgulanmalıdır.
7.	Kutupları gözlenen çubuk mıknatıs cam parçasının altına dik olarak yerleştirilir. Üzerine demir tozu dökülerek	Öğrenciler ders kitaplarındaki şekillerde ya da etkinliğin diğer tüm basamaklarında manyetik alan çizgilerini 2 boyutlu olarak görmüşlerdir. Mıknatısın yüzeye dik yerleştirilmesiyle demir tozlarının 3 boyutlu dağılımını göreceklerdir.

	öğrencilerden neler gözlemlediklerini açıklamaları istenir.	Öğrencilerden gördüklerini, manyetik alan çizgilerine bakarak çizdikleri modellerle karşılaştırmaları, benzerlik ve farklılıkları açıklaması istenir. Bazı öğrenciler 3 boyutlu dağılıma dikkat çekebilirler. Böylece bilimsel modellerin özellikleri üzerinde tekrar tartışılır. Bilimsel modellerin pozitif ve negatif yanları olduğu ve değişebileceği üzerinde durulmalıdır.

		
Şekil 1.1 Kutupları Belirli Olmayan Mıknatıs	Şekil 1.2 Kutupları Belirli Olan Mıknatıs	Şekil 1.3 Demir Tozu Miktarı Arttırılan Mıknatıs

EK-4 Etkinlik 2

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanının çalışma şartlarını ve bilim insanına ait olan özellikleri anlamaları amaçlanmaktadır.
Etkinlikte, verilen bir tablodaki verilere dayanılarak öğrencilerden istenen bir olayın nasıl gerçekleşeceğine dair bir tahminde bulunmaları istenmiştir. Bilim insanları gibi gözlem-çıkarım yapmaları, eldeki verilere dayanarak tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Burada gözlem ve çıkarım arasındaki fark vurgulanacaktır. Ayrıca oluşturdukları modelleri birbiriyle paylaşarak, bilim insanlarının da diğer bilim insanlarıyla etkileşim halinde oldukları ve birlikte çalışabilecekleri vurgulanmıştır. Daha sonra oluşturdukları modelleri birbiriyle paylaşmaları istenerek, aynı verilerden yola çıkarak varsa farklı modelleri nasıl oluşturdukları üzerinde durulur. Böylece bilimsel bilginin subjektifliğiyle yaratıcı doğası vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası
- Bilimsel bilgi doğası deneye dayalıdır
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Etkinlikte amaçlanan:

- Öğrencilerin bir bilim insanının nasıl çalıştığını anlaması
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğini kavrama
- Bilimsel modellerin, bilim insanlarının eldeki veriler yardımıyla bir doğa olayını açıklamada yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturdukları yardımcı araçlar olduklarını kavrama
- Bilim insanları bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmasının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavrama
- Bir doğa olayını sadece gözlemlenerek bilimsel bilginin ortaya çıkmadığının, gerekli koşullar oluşturularak ve deneyler yapılarak açıklanmaya çalışıldığını anlama
- Bilim insanlarının tek başına değil, diğer bilim insanlarıyla beraber çalıştığı ve etkileşimde bulunduklarını kavrama

Süre: 45 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 1: Manyetizma, Konu: Manyetik geçirgenlik

Malzemeler: Öğrenciler için yeterli sayıda çubuk mıknatıs, demir, bakır, tahta, alüminyum çubuk vb. çok farklı maddeler

Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Etkinlik 2, Manyetik Geçirgenlik konusu işlendikten sonra yapılacağı için öğrencilerin ferromanyetik, paramanyetik ve diyamanyetik maddelerin özelliklerini bilmelidirler.

Ön Hazırlık: Etkinliğe başlanmadan önce boyutları aynı olan, dışarıdan bakıldığında ne tür bir madde oldukları anlaşılmayan dört adet A, B, C ve D çubuklarının olduğu, bu maddelerin yapısını bilemediğimiz halde birbiriyle olan etkileşimleri hakkında bilgimizin olduğu açıklanır. Bu etkileşim ise Tablo 2.1'de verilir.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	Projeksiyon kullanılarak Tablo 2.1 ekrana yansıtılır. Öğrencilerden tabloyu incelemeleri istenir. İncelemeleri için yeterli süre verildikten sonra A, B, C ve D maddelerinin ne olduğuna dair tahminde bulunmaları istenir.	Öğrenciler A, B, C ve D maddeleriyle etkileşmeyeceklerdir. Gözlemledikleri ancak ayrıntılarını bilmedikleri bir olay hakkında tahminde bulunmaları istenmiştir. Tabloda verilen bilgilerin gözlemler sonucunda elde edildiği belirtilmelidir. Öğrencilerden eldeki verilerden yola çıkarak tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerden gelen tüm yanıtlar sadece dinlenir ve bu cevaplar onaylanmaz. Öğrencilerden cevaplarını bir kâğıda kaydetmeleri istenir. Bu maddelerin itme-çekme ya da hareketsiz kalmalarının nedenini açıklamaları ise çıkarımda bulunmalarını gerektirir. Öğrencilerin düşüncelerini birbiriyle paylaşması sağlandıktan sonra yaptıkları işlem hakkında bilgi vermesi istenir. Öğrenciler kendileri istenilen bilgilere ulaşamıyorlarsa, gözlem ve çıkarımın farklı türden bilgiler olduğu açıklanmalıdır.
2.	Öğrencilere B'nin, C'ye yaklaştırıldığında ne olacağına dair bir tahminde bulunup, bunu neye dayanarak yaptıklarını açıklamaları istenir.	Öğrenciler yine B ya da C maddesiyle etkileşmeden, C'nin mıknatıs ya da ferromanyetik bir madde olduğu olasılıklarına dayanarak itme ya da çekme olayının olacağını söyleyebilirler. Eğer B, C'ye yaklaştırıldığında hareket gözlenmez diyen öğrenciler varsa tahminlerini tekrar gözden geçirmeleri istenir. Böylece bir bilim insanı gibi elde edilen verilerin ışığı altında gözlemleyemedikleri bir durum için tahminlerde bulunmaları sağlanacaktır.
3.	Öğrencilere birer adet çubuk mıknatıs, bakır, demir, aleminyum, tahta gibi çubuklar verilir. Bu materyalleri kullanarak A, B, C ve D'nin ne tür maddeler olduklarını söylemeleri istenir.	Öğrencilerin materyaller yardımıyla yapacakları çalışmalar sonucunda A,B,C ve D'nin ne tür maddeler olduklarını söylemeleri istenir. Öğrencilerin görüşleri alınır. Öğrencilere neden deney yapma ihtiyacı duyulduğu sorulabilir. Bir doğa olayının sadece gözlemlenmesi, o olayı açıklamada yeterli olmaz. Aynı olay laboratuarda üzerinde çalışılarak, farklı durumlar oluşturularak veriler alınıp, çıkarımda bulunarak oluşturulabilir. Böylece bilimsel bilginin üretilmesinin deney ve gözlemlerden elde edilen verilere dayandığı açıklanır. Ayrıca bu maddenin ne olduğuna dair bir

		model oluşturdukları belirtilmelidir.
4.	Öğrencilere kendi oluşturdukları modelleri arkadaşlarının modelleriyle karşılaştırmaları istenir. Eğer farklı modeller oluşturan varsa, bunun nedeni sorulur.	Öğrenciler aynı verilerden yola çıkarak farklı modeller oluşturabilirler. Burada farklı modelleri oluşturmalarının nedeni üzerinde tartışılmalıdır. Böylece bilimsel bilginin subjektifliği ve bilimsel bilgiyi oluşturmada bilim insanlarının ön bilgilerinin ve bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün önemli olduğu vurgulanacaktır. Öğrencilerden bazıları arkadaşının oluşturduğu modelin olayı daha iyi açıkladığına karar vererek kendi modelini değiştirebilir ya da öğrenciler arasında bilgi alış-verişi sonucunda farklı modeller oluşturabilirler. Öğrenciler oluşturdukları yeni modelin olayı daha iyi açıkladığını söyleyebilirler. Böylece bilim insanları kendi aralarında da bilgileri paylaştıklarının vurgulanması gerekmektedir.
5.	Çubukların içerisinde hangi madde olduğu açıklanmaz.	Öğrenciler eldeki verileri kullanarak gözlemleyemedikleri bir olayı açıklayan bir model oluşturmuşlardır. Her biri bu modelle A, B, C ve D'nin ne olduğunu açıklamıştır. Bilim insanları da ayrıntılarını bilmedikleri olaylar karşısında eldeki verilere dayanarak tahminlerde bulunur ve modeller oluştururlar. Böylece bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı vurgulanır. Öğrencilere gerçekte kutunun içinde ne olduğu hakkında bilgilerinin olup olmadığı sorulduğunda, bilgilerinin olmadığını belirteceklerdir. Modellerinde ise A, B, C ve D maddesinin ne olduğunu sorulduğunda nasıl kendilerinden bu kadar emin oldukları sorulabilir. Öğrencilerin soruları yanıtlamaları beklendikten sonra bilimsel modellerin özellikleri açıklanır. Gerçekte bir olayın nasıl olduğu bilinmiyor olsa da gözlemler, elde edilen veriler ve bu verilerden yola çıkarak yaratıcık ve hayal gücüyle oluşturulan modeller o olayları açıklamaktadır. Bu nedenle gerçeğin birer kopyası değildirler.

Tablo 2.1
Maddelerin Etkileşimi

A, C'ye yaklaştırıldığında	⟹	A ve C birbirini çekmektedir.
B, D'ye yaklaştırıldığında	⟹	B ya da D hareket etmemektedir.
A, B'ye yaklaştırıldığında	⟹	A ve B birbirini itmektedir.

EK-5 Etkinlik 3

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilerin bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmayıp, bilim insanlarının eldeki verilerden yola çıkarak, yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilginin daha iyi anlaşılması için kullandıkları kolaylaştırıcı araçlar oldukları vurgulanacaktır. Bilimsel bilginin kesin olmayan doğası, subjektifliği ve gelişen teknoloji ve yeni verilerle bilimsel bilginin değişebileceği üzerinde de durulacaktır.
Etkinlikte öğrenciler için 3 adet zarf hazırlanmıştır. Zarflar sırasıyla dağıtılarak bilimin doğasının unsurlarından bazıları tartışılıp, açıklamalar yapılarak verilmeye çalışılacaktır. Zarf 1 ile Dünya etrafındaki manyetik alan çizgilerinin gösteren model incelenerek modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı ve bilimsel bilgiyi açıklamak için kullanılan yardımcı araçlar oldukları vurgulanacaktır. Zarf 2'de ise Dünya'nın manyetik alanının kaynağı üzerinde durulacaktır. İlk olarak öğrencilerin bu konu hakkındaki ön bilgileri yoklanacaktır. Daha sonra ise bilim insanlarının elde ettikleri verilerle, gözlemleyemedikleri bir olay hakkında nasıl çıkarımda bulundukları öğrencilere sunulacaktır. Ders kitaplarında yer alan açıklamanın güncel bir bilgi olmadığını göreceklerdir. Zarf 3'de ise bilim insanlarının Dünya'nın manyetik alanı hakkındaki modelleri verilecektir. Burada gelişen teknoloji ve elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilginin tamamen değişebildiği ya da gelişebildiği üzerinde durulacaktır. Böylece bilimsel bilginin subjektifliği açıklanmaya çalışılacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Bilimsel modellerin rolü
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Etkinlikte amaçlanan:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünüp, yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanarak bilimsel bilgi üretmeye çalışmalarını sağlama
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün yanında, elde edilen yeni veriler ve gelişen teknolojiyle tekrar yorumlanarak değiştiğini, geliştiğini kavrama
- Bilim insanlarının eldeki verilere dayanarak, gözlemleri sonucundaki çıkarımlarıyla doğayı anlamak için bilimsel modeller oluşturduğunu anlama

Süre: 45 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 2: Elektromanyetik İndüksiyon, Konu: Akımın Manyetik Etkileri

Malzemeler: Şekil 3.1 ile 3.2 ve 3.3'de verilen okuma parçaları

Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Etkinlik 3, Akımın Manyetik Etkileri konusundan sonra yapılacağı için öğrencilerin elektrik akımının da manyetik alan

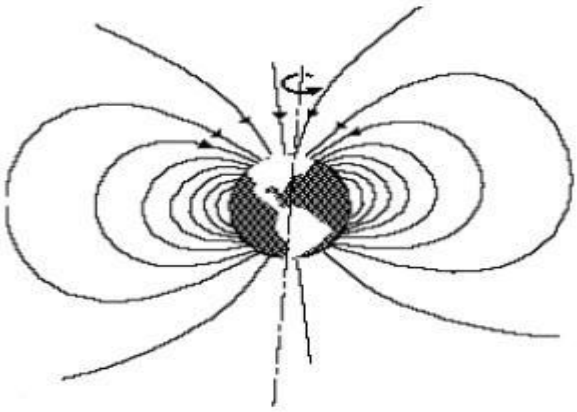
oluşturduğunu, ferromanyetik maddenin ne olduğunu ve yüksek sıcaklıklarda gösterdiği özellikleri biliyor olmaları gerekmektedir.

Ön Hazırlık: Zarflar içerisinde Şekil 3.1 ile okuma parçaları 3.2 ve 3.3 öğrenci sayısı kadar çoğaltılıp dağıtılmalıdır.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	Öğrencilerden Zarf 1'i açmaları istenir. İçerisinde yer alan ve 3.1'de verilen şeklin neye ait olduğu sorulur.	Öğrencilerden gelen açıklamalar dinlenir. Bu açıklamalarda öğrenciler muhtemelen Dünya etrafındaki manyetik alan çizgilerini gördüklerini söyleyeceklerdir. Buradaki amaç öğrencilerin şeklin neye ait olduğunu kavramaları ve etkinliğe katılımlarını sağlamaktır.
2.	Öğrencilere Şekil 3.1'e bakarak "gerçekte Dünya etrafında bu çizgilerin var olup olmadığı" sorulur. Eğer olmadığı söylenirse, neden bu çizgilerin çizildiği ve bilim insanlarının neden buna ihtiyaç duydukları sorulabilir.	Öğrencilerin verdiği yanıtlara göre tartışılarak bilimsel modellerin doğa olaylarını açıklamak için bir kolaylık olduğu ve gerçeğin birer kopyası olmadığı üzerinde durulacaktır. Eğer çizgilerin gerçekte var olduğunu iddia eden öğrenciler varsa Dünya'nın uzaydan çekilmiş olan bir fotoğrafı gösterilerek, ekvator gibi çizgilerin hayali olduğu açıklanmalıdır.
3.	Öğrencilere "Dünyanın manyetik alanının kaynağı nedir?" sorusu sorulur.	Bu soruyla öğrencilerin Dünya'nın manyetik alanının kaynağı hakkında ön bilgilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Öğrencilerin ön bilgileri yoklandıktan sonra, Dünya etrafındaki manyetik alanın kaynağının ne olduğu üzerinde tartışılabilir. Öğrencilere ders kitaplarındaki (sayfa 6) bilgi hatırlatılırsa, yerin manyetik alanının bilim insanı Gilbert'in de öne sürdüğü gibi yerin içerisindeki bir çubuk mıknatıstan kaynaklandığını ileri sürebilirler. Öğrencilere kitaplarda yer alan bilgilerin de kesin olmadığı, değişebileceği söylenebilir.
4.	Öğrencilere Zarf 2 dağıtılır. İçerisinde yer alan ve 3.2'de verilen okuma parçasını okumaları istenir. Bu parçadan yola çıkarak ne gibi yeni bir bilgi elde ettikleri sorulur.	Öğrencilerin ön bilgilerine göre yeni edindikleri bilgi: Dünya'nın merkezinin büyük basınç ve sıcaklık altında sıvı halde olduğu, Dünya'nın merkezindeki ağır sıvıyı oluşturan maddelerin neler olduğu veya/ve bunların yüksek sıcaklık altındaki özellikleri olabilir. Bazı öğrenciler de Dünya'nın merkezindeki ferromanyetik maddelerin yüksek sıcaklıkta özelliklerini kaybettiği olabilir. Buradaki amaç öğrencilere yerin manyetik alanının kaynağını bulmaları için yeni bir bilgi verilmesidir.

5.	Öğrencilere 3.2'deki parçadan edindikleri yeni veriler ışığı altında, Dünya'nın manyetik alanının kaynağının ne olacağı hakkında tekrar bir tahminde bulunmaları istenir.	Burada öğrencilere elde edilen yeni verilerle birlikte bilimsel bilginin subjektifliğini, değişebildiğini ve güncelliğini kavratılması amaçlanır. Öğrencilerin yerin manyetik alanın kaynağı konusundaki tahminleri incelenir, her birinin fikirlerini diğer öğrencilerle paylaşması için teker teker okutulur. Daha sonra eğer farklı tahminler varsa, ellerindeki verilerin aynı olmasına rağmen neden düşüncelerinin farklı oldukları sorulur. Ellerindeki verilerin aynı olmasına rağmen, bu verilerden ulaştıkları çıkarımlarda yaratıcılıklarını da kullanırlar. Böylece bilim insanlarının eldeki verileri yaratıcılık ve hayal gücünü kullanarak yorumlayıp tahminlerde bulunduğu vurgulanacaktır.
6.	Öğrencilere Zarf 3 dağıtılır. Öğrencilerden Zarf 3 içinde yer alan ve 3.3'te verilen parçayı okumaları istenir.	Bilim insanları elde edilen veriler ışığında Şekil 3.3'teki gibi bir nedenle Dünya'nın manyetizmasını açıklamışlardır. Fakat bu bilgi ileride elde edilecek yeni verilerle tekrar yorumlanarak değişebilir. Böylece yeni verilerle ya da bilim insanlarının bu konu üzerinde araştırmasıyla bilimsel bilginin değişebileceği vurgulanmalıdır.



Şekil 3.1 Dünya'nın Etrafındaki Manyetik Alan Çizgileri

Dünya'nın manyetik alanı bir çubuk mıknatısın manyetik alanına benzediğine göre, Dünya'nın içerisinde dev bir mıknatıs mı vardır dersiniz? Önce William Gilbert (1600) tarafından ileri sürülen bu düşünce doğru değildir. Çünkü **Dünyanın merkezinin büyük basınç ve sıcaklık altında sıvı halde olduğunu**, deprem dalgalarından biliyoruz. Dünyanın merkezindeki ağır sıvıyı oluşturan ferromanyetik elementler (Demir, Nikel, Kobalt, Kodalinyum ve Disprosyum) ise bu sıcaklık altında, bu özelliğini kaybederler.
O halde Dünya'nın manyetik alanının kaynağı nedir? (Bilim Teknik Dergisi, Mart 1984)

Şekil 3.2 Dünya'nın Merkezinin Yapısı

Dünya'nın merkezindeki sıvıda bulunan elementler, yüksek basınç ve sıcaklıktan dolayı ortama bol miktarda elektron bırakmıştır. İçteki sıvıda dönen yüklü iyonlar ya da elektronlar, bir tel ilmekteki akımın bir manyetik alan oluşturması gibi, bir manyetik alan oluşturabilirler. Bilim insanları bu görüş çevresinde birleşmekle beraber halen Dünya'nın manyetizması üzerindeki araştırmalarını sürdürmektedirler.

Şekil 3.3 Dünya'nın Manyetik Alanının Kaynağı

EK-6 Etkinlik 4

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanlarının çalışma şartlarını ve özelliklerini anlamaları amaçlanmaktadır.
Etkinlikte, kurulan bir deney düzeneğinden yararlanılarak verilen formların, her bir öğrenci tarafından doldurulması istenir. Öğrenciler formu doldurmak için değişkenleri değiştirerek sonuçlarını gözlemler ve kaydeder. Yaptıkları gözlemlere dayanarak bir çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Gözlem ve çıkarımın farklı türden bilgiler olduğu ve bir çıkarımda bulunmanın büyük bir yaratıcılık ve hayal gücüne bağlı olduğu vurgulanacaktır. Öğrenciler bir bilim insanı gibi gözlem yapıp çıkarımda bulunacak, eldeki verilere dayanarak tahminlerde bulunmaları istenecektir. Öğrencilerin çıkarımlarını diğer arkadaşlarıyla paylaşmaları ve bilgi alış-verişinde bulunmalarına izin verildikten sonra, deneyin Faraday tarafından yapıldığı ve bu verilere dayanarak İndüksiyon yasasını ortaya koyduğu açıklanacaktır. Daha sonra ise bu verileri tekrar yorumlayan Lenz, indüksiyon yasasının yönünü açıklamıştır. Faraday'dan önce elektromanyetik indüksiyonun açıklandığı deney düzeneğini farklı olarak kuran Colladon'un bilim tarihinde indüksiyon yasasıyla birlikte anılmadığını açıklayan okuma parçasının okunması istenerek, bilimsel bilginin subjektifliği ile sosyal ve kültürel yapısı vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası
- Bilimsel bilginin deneye dayalı doğası
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı
- Bilimsel teori ve kanunların özellikleri

Etkinlikte amaçlanan:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak değişkenleri gözlemlemeleri, verileri kaydetmeleri ve bir çıkarımda bulunmalarının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavrama
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğini kavrama
- Bilim insanları bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmalarının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavrama
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünün yanında, elde edilen yeni veriler ve gelişen teknolojiyle tekrar yorumlanarak değiştiğini, geliştiğini kavrama
- Bilimsel bilgiyi üreten bilim insanlarının yaşadıkları sosyal ve kültürel çevreden etkilenebileceklerinin kavranması

Süre: 90 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 2: Elektromanyetik İndüksiyon

Malzemeler: Miliampermetre, bağlantı kabloları, bobin, çubuk mıknatıs. Şekil 4.3'ü göstermek için projeksiyondan yararlanılamıyorsa, şekil çoğaltılıp dağıtılarak öğrencilere gösterilebilir.

Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Etkinlik 4, Elektromanyetik İndüksiyon ünitesine geçildiğinde, hiçbir konu işlenmeden önce yapılmalıdır. Bu etkinlikte öğrencilerin yasalara kendilerinin ulaşması istendiğinden konu hakkında bilgi verilmeden etkinlik yapılacaktır.

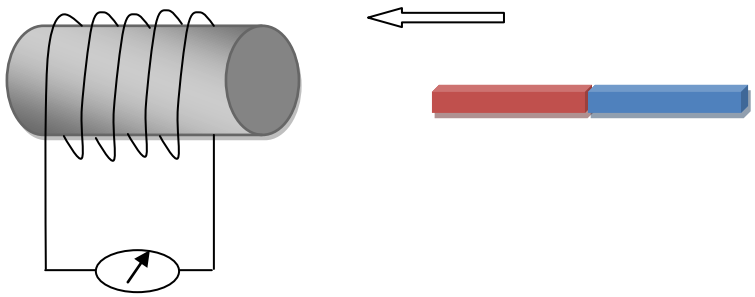
Ön Hazırlık: Öğrencilere yeterli deney malzemesi dağıtılarak Şekil 4.1'deki gibi bir deney düzeneği hazırlanmasında yardımcı olunur. Eğer yeterli deney malzemesi yoksa bazı öğrencilerin grup oluşturarak çalışmasına izin verilebilir.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	Deney düzeneğinden yararlanarak Şekil 4.2'deki formu doldurunuz.	Öğrenciler kurulan deney düzeneğindeki değişikleri forma uygun olarak yaparak, sonuçları yine forma kaydedecek ve bir bilim insanı gibi değişkenleri değiştirerek sonuçları inceleyecektir. Formda öğrencilerden gözlemlerine dayanarak, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmaları istenecektir. Bu soruyu yanıtlamak öğrenciler için zor olabilir fakat öğrencilerden soruyu sadece kendilerinin düşünerek cevap vermeleri istenecektir. Gözlemlere dayanarak, gözlenen doğa olayını açıklayan, verilerle uyum sağlayan bir çıkarımda bulunmak zordur. Bilim insanlarının gözlemleriyle elde ettikleri verilerin yanında yaratıcılık ve hayal gücünün bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunun ayrıca gözlem ve çıkarımın farklı türden bilgiler olduğu vurgulanmalıdır.
2.	"Şekil 4.2'de verilen forma yazdığınız çıkarımları diğer arkadaşlarınızla paylaşınız." "Çıkarımlar paylaştıktan sonra diğer arkadaşlarının görüşlerinden etkilenerek, görüşünü değiştirmek isteyen varsa nedeni" sorulur. Çıkarımlarında diğer arkadaşlarıyla -varsa- farklılığın nedenlerinin neler olduğunun tartışılması istenir.	Öğrenciler forma yazdıkları çıkarımları sırasıyla diğer arkadaşlarıyla paylaşır. Öğrencilerin yaptıkları çıkarımlar, fikirlerini yönlendirmemek için doğru ya da yanlış olduğu belirtilmeden dinlenmelidir. Ancak öğrencilerin diğer arkadaşlarının çıkarımları hakkında yorum yapmasına, tartışmalarına izin verilir. Eğer bazı öğrenciler farklı fikirlerden etkilenerek çıkarımında değişiklikte bulunmuşsa, bunun nedeni sorularak bilim insanlarının diğer bilim insanlarının çalışmaları üzerinde merakla durarak düşünüp, değerlendiği vurgulanmalıdır. Aynı gözlemler ve aynı verileri kullandıkları

		halde, nasıl farklı çıkarımda bulundukları tartışılabilir. Böylelikle bilimsel bilginin subjektifliği ve yaratıcı doğası vurgulanır. Bilim insanlarının da öğrencilerin yaptığı deneyin aynısını yaparak gözlemlerde ve buna uygun olarak çıkarımda bulundukları ifade edilmelidir. Yapılan gözlemlerden anlamlı bir çıkarımda bulunmak önemlidir. Bilim insanları bu çıkarımlardan yasalara ya da teorilere ulaşırlar. Burada yasa ve teorilerin ne türden bilgiler olduğu tartışılıp, varsa teorilerin yasalara dönüştüğü hakkındaki düşünceleri değiştirilmeye çalışılır.
3.	Manyetik akı kavramı açıklanır.	Bilim insanları bu doğa olayını açıklamak için manyetik akı kavramını ortaya atmışlardır. Aslında doğada akı kavramı yoktur. Bilim insanı bir doğa olayını- indüksiyonu-daha kolay açıklamak için akı kavramını türetmiş/icat etmiştir. Burada bilimsel bilim insanlarının bir doğa olayını açıklamak için kısmi olarak yaratıcılık ve hayal gücünden yaralanılarak oluşturuldukları vurgulanmalıdır.
4.	Faraday'ın indüksiyon yasası açıklanır. İndüksiyon akımının yönünü açıklayan Lenz yasası da anlatılır.	Zamanla değişen manyetik akının devrede bir emk indüklemesi yani Faraday yasasıyla, bu oluşan emk'nın yönünü açıklayan ve bilim insanı Lenz'in kendi adıyla anılan yasası açıklanır. Lenz, kendinden önce yapılan geçmiş araştırmalardan etkilenerek yeni bilgiyi eski bilgilerin içinde araştırmış ve birleştirmiştir. Öğrencilerin yaptığı deneyin Faraday adlı bilim insanının yaptığı deney olduğu vurgulanmalıdır. Böylece öğrencilerin bir bilim insanını çalışmasını yakından incelediklerinin anlaşılması beklenir. Bilimsel bilginin sadece doğayı gözlemleyerek değil, yapılan deneylerdeki gözlemler ve çıkarımlar sonucunda elde edildiğinin vurgulanması gerekir.
5.	Projeksiyon yardımıyla 4.3'te verilen "Colladon'un Deneyi" adlı parça ekrana yansıtılır. Öğrencilerden "Colladon'un Deneyi" adlı parçayı okumaları istenir. Daha sonra neden "Faraday'ın	Deney düzeneklerini farklı kurmalarındaki neden üzerinde durularak tartışmada bu noktaya dikkat çekilir. Burada amaç; bilimsel bilgi üretmede yaratıcılık ve hayal gücünün önemi ile bilimsel bilginin subjektifliği üzerinde odaklanmaktır. Colladon ve Faraday'ın yaşamları, eğitimleri, sosyal çevreleri gibi pek çok etken onları farklı

	indüksiyon yasası" yerine "Colladon'un indüksiyon yasası" nı öğrenmediğimiz sorularak tartışılması istenir.	olarak etkilemiş olabilir. Bir diğer açıdan bilimsel çalışmalarda şans faktörü de önemlidir. Ancak ne kadar şanslı olunursa olunsun bilimsel bilgiyi üretmede eldeki verilerin mantıklı bir şekilde bir araya getirilmesi, deney düzeneğindeki değişkenlerin belirlenmesi önemlidir. Bunun da bilimsel bilgiyi üretmede etkili olacağı vurgulanmalıdır.



Şekil 4.1 Deney Düzeneği

DEĞERLENDİRME FORMU

Aşağıdaki tabloda istenen değişikleri yaparak gözlemlerinizi kısa ve anlaşılır bir şekilde, uygun boşluklara yazınız.

Sabit tutulan	**Hareket ettirilen**	**Deney düzeneğinde yapılması gerekenler**		**Miliampermetrede gözlenen değişim**
Mıknatıs	Bobin	İleri-geri hareket ettiriniz.		
		Sağa-sola hareket ettiriniz.		
Bobin	Mıknatıs	Bobinin içerisine önce N kutbunu yaklaştırarak ileri-geri hareket ettiriniz.	Hızlı iken	
			Yavaş iken	
			Durgun iken	

		Bobinin içerisine önce S kutbunu yaklaştırarak ileri-geri hareket ettiriniz.	Hızlı iken	
			Yavaş iken	
			Durgun iken	
Yukarıdaki gözlemlerinize dayanarak bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulununuz.				

Şekil 4.2 Değerlendirme Formu

J.D. Colladon, hareketli mıknatıs deneyini ilk gerçekleştiren fizikçidir. Değişen manyetik alanın, kullanıldığı galvanometredeki etkisinin en aza indirmek için galvanometreyi bitişik odaya yerleştirdi. Böylece, mıknatısı devrede hareket ettirdikçe ölçü aletinin ibresinin saptığını göremeyecekti. Galvanometreyi okumak için bitişikteki odaya gittiği zaman, mıknatısın hareketi sona erdiği için, ibre tekrar sıfır konumuna dönmüştü. Bir emk ve buna karşılık gözlenebilen bir akım oluşturmak için, halka ile mıknatıs arasında bağıl bir hareket olmasının zorunluluğu, Colladon için bir talihsizlikti. Böylece, Colladon'un indüksiyon yasası yerine Faraday'ın indüksiyon yasasını öğreniyoruz.

Şekil 4.3 Colladon'un Deneyi

EK-7 Etkinlik 5

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bilim insanının çalışma şartlarını ve bilim insanına ait olan özellikleri anlamaları amaçlanmaktadır. Bilim insanlarının gözlemledikleri ancak ayrıntılarını bilemedikleri olaylarda, eldeki verilere uygun olarak yaratıcılıklarını kullanıp modeller oluşturduğu ve modellerin zamanla yeni veriler ışığında ya da olayı daha iyi açıklayan modeller kurularak, modellerin yenileriyle değişebildiği vurgulanacaktır. Etkinlikte ayrıca, bir hipotezin nasıl oluştuğunun yanında, gözlem yapma, veri toplama, sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerileri de kazandırılmış olunacaktır.
Etkinlikte önceden hazırlanması gereken kutu Şekil 5.1'de verilmiştir. Kutunun içerisinden bir halkanın fırlaması, öğrencilerin ilgisini çeken bir doğa olayını oluşturacaktır. Bu kutudan yararlanarak öğrenciler olayı gözlemleyecek ve bu olayı açıklayan bir hipotez kuracaklardır. Bilim insanlarının da gözlemledikleri fakat ayrıntılarını bilemedikleri olaylarda modeller kurdukları vurgulanacaktır. Bu modellerin ilk basamağı geçerli bir hipotez kurmaktan geçer. Öğrenciler kurdukları hipotezleri diğer arkadaşlarıyla paylaşarak bilgi alış-verişinde bulunacaktır. Eğer kurdukları modellerde farklılık varsa, bilimsel bilginin subjektifliğiyle, yaratıcılık ve hayal gücüne bağlı olduğu vurgulanacaktır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Gözlem ile çıkarım arasındaki fark
- Bilimsel modellerin rolü
- Bilimin çıkarıma dayalı doğası
- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı ve hayalci doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Etkinlikte amaçlanan:

- Öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünüp, yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanarak bilimsel bilgi üretmeye çalışmalarını sağlama
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü yanında, elde edilen yeni verilerle, gelişen teknoloji ile tekrar yorumlanarak değiştiğini ve geliştiğini açıklama
- Bilimsel modellerin gerçeğin birer kopyası olmadığı ve bilim insanlarının bir doğa olayını açıklamada, yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak oluşturdukları yardımcı araçlar olduğunu kavrama
- Bilim insanları bir doğa olayını gözlemledikten sonra, bu olayı açıklayan bir çıkarımda bulunmalarının bilimsel bilginin üretilmesinde büyük bir katkısı olduğunu kavrama
- Bir hipotezin nasıl oluşturulduğunu kavrama

Süre: 90 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 2: Elektromanyetik İndüksiyon, Konu: İndüksiyon Akımının Yönü

Malzemeler: Bobin, anahtar, DC güç kaynağı, demir çekirdek, metal halka yardımıyla Şekil 5.1'deki gibi hazırlanan kutu

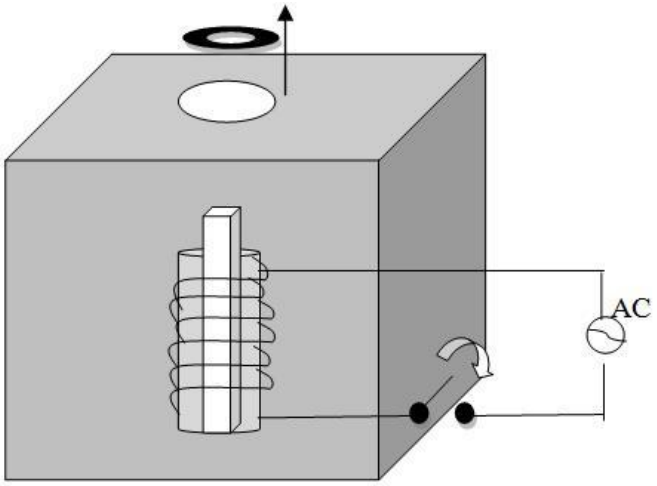
Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Etkinlik 5, İndüksiyon Akımının Yönü (Lenz Yasası) adlı konu işlendikten sonra yapılacağı için öğrencilerin Lenz Yasası'nın teorik olarak biliyor olmaları gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerden bir hipotez oluşturmaları istendiğinden, etkinliğe başlanmadan önce hipotezin ne olduğunu ve nasıl yazıldığını açıklayan kısa bir sunu yapılması gerekebilir.

Ön Hazırlık: Yukarıdaki malzemelerle Şekil 5.1'de verilen düzenek önceden hazırlanmış olarak sınıfa getirilir. Bu düzenek öğrencilerin içerisini göremeyecekleri bir kutuya konulur. Kutunun üzerinde yuvarlak bir açıklık bulunacaktır. Tüm öğrencilerin görebileceği şekilde düzenek bir masanın üzerine konulur. Öğrencilerden düzenek ile yapılan deneyi dikkatli olarak gözlemlemeleri istenir. Kutunun dışında bulunan anahtar kapatıldığında kutunun üzerindeki delikten metal halkanın fırladığını göreceklerdir.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	Şekil 5.2'de verilen formun ilk sorusunu yanıtlayınız.	Değerlendirme formunun 1. sorusunda etkinlikte ne gözlemledikleri sorulmuştur. Öğrencilerin düzeneğin üzerindeki açıklıktan içerisinde ne olduğunu göremeyecekleri bir mesafede masaya konulduktan sonra, çıkan kablo prize takılır. Prize takıldığı anda kutunun üzerindeki açıklıktan bir metal halkanın fırladığını göreceklerdir. Bu gözlemlerini uygun boşluğa yazmaları istenir. Öğrencilerin isteği doğrultusunda deney tekrarlanabilir. Burada öğrenciler farklı ve ilgi çeken bir olayla karşı karşıya bırakılmaktadır. Kutunun içerisinde ne olduğunu görememeleri öğrencilerin gerçekte kutuda ne olup bittiğini bilmelerine engel olmaktadır.
2.	Şekil 5.2'de verilen formun ikinci sorusunu yanıtlayınız.	Değerlendirme formunun 2. sorusunda öğrencilerden gözlem ve çıkarımlarına dayanarak bu olayı açıklayan bir hipotez önermeleri istenir. Bu olayın meydana geliş nedenini gözlemleri sonucunda oluşturmaya çalışırlar. Burada yapmaya çalıştıkları, gözlemleri sonucunda bir çıkarıma ulaşmaktır. Böylece gözlem ve çıkarımın farlı türden bilgiler olduğu vurgulanacaktır. Örneğin öğrenciler bu olay için, kutunun içerisinde bir elektrik devresi olduğunu, bu devrede bulunan bir yayın da halkayı fırlattığını söyleyebilirler. Kutunun içerisindeki yayı gözlemleyemedikleri halde bunu sadece çıkarımlarında iddia edeceklerdir. Bu devrenin de 220V'luk gerilimle çalıştığını belirtebilirler. Öğrenciler günlük hayattan sahip oldukları önbilgileri burada kullanacaklardır. Bu da bilimin oluşmasında önbilgilerin önemini vurgulamak için iyi bir

		fırsat olacaktır. Her öğrencinin oluşturduğu hipotezi öncelikle sadece kendilerinin yazması istenir. Daha sonra bu hipotezler sınıfta teker teker okutulur. Öğrencilerden diğer arkadaşlarının hipotezlerini dikkatle dinlemeleri, hangi hipotezin neden daha güçlü ya da zayıf olduğunu tartışmaları istenir. Ayrıca aynı verilerden yola çıkarak nasıl farklı hipotezler kurdukları sorularak bilimsel bilginin subjektifliğiyle ve yaratıcı doğasına vurgu yapılmalıdır. Öğrencilerin diğer arkadaşlarının oluşturduğu hipotezler hakkında gözlemlerine uymayan, verilerle uyuşmayan hipotezleri desteklememeleri beklenir. Bilim insanlarının kurdukları hipotezlerin akla uygun ve ellerindeki verilere uymak zorunda olduğu açıklanmalıdır. Öğrencilerin önerdiği hipotezleri onaylanmadan hepsi kabul edilmelidir. Kutunun içerisindekinin gerçekte ne olduğu açıklanmamalıdır.
3.	Şekil 5.2'de verilen formun üçüncü sorusunu yanıtlayınız.	Değerlendirme formunun 3. sorusunda öğrencilerden önerdikleri hipotezlerin verilerle kanıtlanıp kanıtlanmadığını test etmeleri istenir. Eğer kutu içerisinde elektrik ile çalışan bir devre düzeneği, yayla çalışan bir mekanizma olduğunu belirtirlerse metal halka yerine kâğıttan bir halka yaparak da deneyebilirler. Elde edilen veriler, yapılan deneyler hipotezi destekler; kanıtlamaz. Eğer öğrencilerden hipotezlerinin kanıtlandığını belirtenler varsa kanıtladığını mı yoksa destekler mi sorusu sorulur. Hipotezler test edildiğinde verilerle desteklenirler. Hipotezler asla kanıtlanmaz çünkü gerçekte kutunun içerisinde ne olduğunu bilemeyiz. Bilimsel bilgi asla kesin değildir, değişebilir bir doğaya sahiptir.
4.	Şekil 5.2'de verilen formun dördüncü sorusunu yanıtlayınız.	Değerlendirme formunun son sorusu bir model oluşturma ve test etme aşamasıdır. Hipotezlerine uygun olarak mekanizmanın nasıl çalıştığını açıklamaları ve çizmeleri istenir. Öğrencilere eğer kutunun içerisinde nasıl bir mekanizma olduğunu göremiyorsak, gerçekte ne olup bittiğini bilebilir miyiz sorusu sorulur. Oluşturdukları modellerin gözlemledikleri doğa olayının birebir kopyası olmadığı, sadece o olayı açıkladığı sürece kabul edildiği vurgulanmalıdır. Bilimsel modeller gözlemlediğimiz ancak ayrıntılarını bilemediğimiz doğa olaylarının işe yarayan, o olayı öğrenmemizi sağlayan bir temsilidir. Bilimsel bilgiyi elde etmede, bilimi sabit bir yönteme indirgemek yanıltıcı olmakla birlikte, bu yöntemin anahtar elemanı tanımlanabilir. Bu eleman, hipotez oluşturma-sonuç çıkarma adı verilen akıl yürütmedir. Bu etkinlikte de bilimsel bilgiyi elde etme yöntemlerinden birinin kullanıldığı belirtilmelidir.



Şekil 5.1 Hazırlanan Kapalı Kutu

DEĞERLENDİRME FORMU ***Aşağıda yer alan soruları gözlemleriniz doğrultusunda cevaplayınız.***	
1.	Hazırlanan düzenek ile yapılan etkinlikte neler gözlemlediniz? Açıklayınız.
2.	Bu gözlemlediğiniz olayı açıklayan bir hipotez oluşturunuz.
3.	**a.** Düzeneğin nasıl çalıştığını açıklayan hipotezinize uygun olarak kutunun içerisinde ne olabileceğini çiziniz. **b.** Çizdiğiniz bu düzeneğin nasıl çalıştığını açıklayınız.

Şekil 5.3 Değerlendirme Formu

EK-8 Etkinlik 6

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilere bilimin ne olduğu, bilim insanlarının ne gibi özelliklere sahip olduğu ve bir çalışmanın nasıl "bilimsel" sayıldığı üzerinde durulacaktır. Ayrıca bilimsel bilginin değişebilir, subjektif ve kesin olmayan doğasının özellikleri verilmeye çalışılacaktır. Bilim insanlarının da çevrelerinden, sosyal ve kültürel yapıdan etkilenerek bilimsel çalışmalarda bulunabilecekleri vurgulanacaktır.
Etkinlikte Şekil 6.1'de verilen parçanın öğrencilerin okuması istenir. Daha sonra Şekil 6.2'de verilen formun doldurulması istenir. Bu cevaplar üzerinden sınıfta bir tartışma ortamı hazırlanarak her bir cevap üzerinde durulup, amaçlanan bilimin doğası unsurunun açığa çıkması için çalışılır.

Etkinlikte öne çıkan bilimin doğası özellikleri:

- Subjektiflik
- Bilimsel bilginin yaratıcı ve hayalci doğası
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel teori ve kanunların özellikleri

Etkinlikte amaçlanan:

- Bilimin ve bilim insanlarının özelliklerini kavrama
- Bilim insanlarının doğa olaylarını açıklamak için yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanarak bilimsel bilgi ürettiğini kavrama
- Bilimsel bilgiyi üreten bilim insanlarının yaşadıkları sosyal ve kültürel çevreden etkilenebileceklerinin kavranması
- Bilim insanlarının tek başına değil, diğer bilim insanlarıyla beraber çalıştığı, etkileşimde bulunduklarını kavrama
- Bilimsel bilginin bilim insanlarının hayal ve yaratıcılığının yanında, elde edilen yeni verilerle, gelişen teknoloji ile tekrar yorumlanarak değiştiğini ve geliştiğini kavrama
- Bütün bilimsel çalışmalarda kullanılan tek bir yöntemin olmadığını, bilim insanları çalışmalarında bilimsel metodun dışında pek çok farklı yolla bilimsel bilgiye ulaşabileceğini kavrama

Süre: 90 dakika

Ders Planındaki Yeri: Ünite 2: Elektromanyetik İndüksiyon, Konu: Öz İndüksiyon

Malzemeler: Şekil 6.1'de verilen bilim tarihinde yer edinmiş bilim insanı olan Oersted, Romognosi, Faraday, Maxwell ve Henry'in yaşamlarının kesitlerini içeren bir okuma parçası

Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgi: Öğrencilerin "Öz-indüksiyon" konusundan önce olan elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkileri açıklayan bilim insanlarının oluşturdukları yasaları biliyor olmaları gerekmektedir.

Hazırlık: Öğrenci sayısına göre okuma parçaları çoğaltılır ya da projeksiyon yardımıyla Şekil 6.1'de verilen okuma parçası ekrana yansıtılır. Öğrencilerin her birine dağıtılan ya da yansıtılan okuma parçalarını dikkatlice okumaları istenir. Öğrencilerin tümü parçayı okumasını bitirdikten sonra bilim tarihinden örneklerden yararlanarak hazırlanan Şekil 6.2'de verilen formu doldurmaları istenir. Daha sonra sorular üzerinden bilimin doğasına ait özelliklerin tartışılarak kazandırılmasına çalışılır.

Etkinliğin Uygulanışı:

Etkinlik Basamakları:		Neden yapıldığı:
1.	"Sizce Romognosi'ye bilim insanı diyebilir miyiz? Cevabınıza göre bilim insanının ne gibi özellikleri olması gerektiğini açıklayınız."	Öğrencilerin Hukukçu Romognosi'nin çalışmasını düşünerek, Romognosi'ye bilim insanı denilebilir mi sorusuna verdikleri cevabı açıklamaları istenir. Romognosi, tıpkı Oersted gibi bir deney yapmış, gözlemlerini belirtmiş fakat bilimsel ve saygın bir dergide yayımlanmadığı için bilim tarihinde çalışma daha sonra Oersted'in adıyla geçmiştir. Fakat Romognosi'nin bilim ile uğraşıp uğraşmadığının sorgulanması istenmektedir. Öğrencilerden bazıları bilim insanlarını sadece bilimle uğraşmaları gerektiğini, Romognosi'nin başarısız olmasının aslında bir hukukçu olmasından kaynaklandığını söyleyebilirler. Bu durumda öğrencilere çok farklı mesleklerde uğraşan, farklı işler yapan bilim insanlarının da olduğu bilim tarihinden örneklerle açıklanmalıdır. (Örneğin bir rahip olan Gregor Johann Mendel manastırının arka bahçesinde bezelyelerle yaptığı çalışmasıyla kalıtım yasalarını ortaya koymuştur. Bir diğer örnek ise A.B.D başkanı Benjamin Franklin, yine bir Geometri kitabı yazan Mustafa Kemal Atatürk ve siyasetçi ayrıca Fizik dalında Profesör olan Erdal İnönü olarak verilebilir) Burada vurgulanmak istenen bilim tarihine adı geçmese de Romognosi'nin bilimsel bir çalışmada bulunduğudur. Çalışmasıyla adını duyuramamış olsa da merakla bir doğa olayını araştıran, gözlemler ve veriler elde eden bir bilim insanıdır.
2.	"Oersted nasıl bir bilimsel metot kullanmıştır? Bilimsel bilgiyi elde etmede ne gibi yöntem kullanılmalıdır?"	Oersted, bir problemi ortaya atıp verilere dayanarak bir hipotez kurup, bunu kontrollü deneylerle test etmemiştir. Bilim insanlarının sıralı ve kesin olan bir bilimsel metodu kullanmaları şart değildir. Öğrenciler çalışmalarının mutlaka merak duydukları bir problemle başlaması gerektiğini de söyleyebilirler. Bilimsel çalışma yapabilmek için

		mutlaka bir problem olmalı görüşü de hâkimdir. Öğrencilerle tartışılarak genel ve evrensel bilimsel metot olmadığı vurgulanacaktır.
3.	"Faraday, İngiliz ordusunun teklifini neden reddetmiştir? Sizce bu yanlış mıdır?"	Öğrencilerle Faraday'ın İngiliz ordusunun teklifini neden reddettiği ve bunun yanlış olup olmadığı üzerinde tartışılır. Öğrencilerden bazıları bilimsel bir çalışma için dini duyguların katılmaması gerektiğini savunabilir. Burada vurgulanmak istenen bilim insanlarının yaşadıkları kültürel çevrelerinden, ailelerinden, dini duygularından etkilenebilecekleridir.
4.	"Bugün bildiğimiz manyetik alan çizgileri bilgisinin nasıl ortaya çıktığını açıklayınız."	Faraday'ın tamamen sezgisel olarak alan çizgilerinden bahsederek gözlemlerini açıklanması üzerinde tartışılabilir. Bilim insanları gözlemledikleri fakat ayrıntılarını bilemedikleri olayları açıklamak için elde ettikleri verilerden yararlanarak modeller oluştururlar. Bu modeller tamamen bilim insanının yaratıcılığa bağlı olarak oluşturulur. Böylece bilimsel bilginin subjektifliği üzerinde durulacaktır.
5.	"Sizce Henry, Faraday ile aynı deneyleri ve gözlemleri yapmasına rağmen neden yayımlamamıştır?"	Öğrencilerle Henry'nin, Faraday ile aynı deneyi yaptığı, aynı olayları gözlemlediği fakat bir çıkarımda bulunamadığı üzerinde durulmalıdır. Öğrencilerden Henry'nin neden bulgularını yayımlamadığını açıklamaları istenir. Bilim insanlarının sanıldığının aksine objektif olmadığı, aksine duygularından da etkilenerek hareket edebilecekleri üzerinde durulmalıdır. Ayrıca bir deneyi ya da bir olayı iki farklı bilim insanı gözlemlemiş olabilir. Fakat bu iki bilim insanı o gözlemlerden farklı çıkarımlar da bulunabilir ya da hiçbir çıkarımda da bulunamayabilirler. Gözlemlerden çıkarımda bulunmak, bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücüne bağlıdır.
6.	"Maxwell'in geliştirdiği teoriyi incelediğinizde, sizce teoriler nasıl bilgilerdir? Açıklayınız."	Oersted'in gözlemleriyle başlayan elektrik ve manyetizma çalışmaları Maxwell'le birlikte elektromanyetizma olarak birleştirilmiş ve pek çok yasa matematiksel ifadesine kavuşmuştur. Öğrenciler teorinin pek çok yasayı içerdiğini göreceklerdir. Teoriler birbirinden ilişkisizmiş gibi görünen gözlemlerin geniş açıklamalarıyla sunulur. Bir formülle ifade edilemez ve yasa ile arasında bir hiyerarşi yoktur. Öğrenciler teorilerin kolayca çürütülebildiğini ya da yasalara dönüşebildiğini söyleyebilirler. Burada teori ve yasaların özellikleri açıklanarak, farklı türden kavramlar olduğu vurgulanacaktır.

7.	"Ether hakkındaki olayları düşündüğünüzde bilimsel bilginin hangi özelliği ortaya çıkmaktadır? Açıklayınız."	Öğrenciler Maxwell hakkında yazılmış olan bilgileri okuduklarında, Maxwell'in elektromanyetik dalganın boşlukta yayılması için bir maddeye ihtiyaç olduğunu düşünmüş ve ether bilgisini ortaya atmıştır. Maxwell böylece bilimsel bilginin subjektif yapısını, yaratıcılık ve hayal gücüne bağlı doğasını bize göstermiştir. Daha sonra Michelson ve Morley'in çalışmalarıyla eterin olmadığı ispatlayarak bilimsel bilginin değişebilir doğası ortaya konmuştur.
8.	"Sizce bilim insanlarının isimlerinin yanında, "teorik fizikçi" denilmesinin nedeni nedir? Açıklayınız."	Bilim insanları bilimsel bilgiye ulaşmak için çalışmalarında farklı yöntemler kullanmaktadırlar. Bazı bilim insanları doğayı gözlemleyip merak ettiği bir olayı açıklamaya çalışabilir. Bunun için deneysel çalışmalarda bulunarak bilimsel bilgiye ulaşabilir. Bazı bilim insanları da diğer bilim insanlarının çalışmalarından yola çıkarak bu çalışmaları geliştirebilir. Maxwell, Faraday'ı çeşitli deneysel çalışmalarıyla bulduğu çıkarımları matematiksel ifadesine kavuşturmuştur. Teorisini oluştururken ne bir doğa olayını gözlemlemiş ne de deneysel çalışmalarda bulunmuştur. Bilim insanlarının bilimsel bilgiyi üretmede tek bir metot olmadığı burada yine vurgulanacaktır.

Hans Christian Oersted (1777-1851):*Elektrik ve manyetizma arasındaki ilişki, 1820'de Danimarkalı bilim insanı Oersted'in, bir gösteri deneyi sırasında üzerinden elektrik akımı geçen bir telin yakınında duran bir pusula iğnesini saptırdığını bulması ile keşfedilmiştir. Oersted'in kendisi bu keşfinin peşinden gitmedi, fakat diğer bilim insanları bunu yaptılar.*

Gian Dominico Romognosi: *Oersted'in yaptığı deneyin aynısını 1802'de İtalyan bir hukukçu olan Gian Dominico Romognosi tarafından yapılıp yayınlandığını, fakat makalesinin saygın bir dergi yerine Gazetta de Trentino isimli bir gazetede yayınlandığı için önem verilmediğini belirtmek ilginç olur.*

Joseph Henry (1797-1878): *Amerik alı fizikçi Henry, Faraday'ın İndüksiyon Yasası'nı açıkladığı deney gibi bir deneyi yapmış, ancak bu deneyden sonra hemen umutsuzluğa düşmüştür. Çünkü, gösterge kısa bir süre sonra yine sıfıra dönmüş, ancak akım kesildikten sonra bu kez ters yöne doğru deviniye geçmiştir. Bu deneydeki gözlemlerinden Henry öz-indüksiyon olayının çıkarımını oluşturmuştur (1829). Yine de kendisinin birçok kişiden önde olduğunu sanmaktaydı. 1832'de ise bir İngiliz dergisi parmaklarından kaydı… Faraday elektromanyetik indüklenmeyi bulmuştu!*

James Clark Maxwell (1831-1879) :*İskoçyalı teorik fizikçi, Cambridge Üniversitesi'ni bitirdikten sonra o da kendini Faraday'ın çalışmalarından etkilenerek elektrik ve manyetizmaya yöneltti. Maxwell'in bilime en önemli katkısı ışığın elektromanyetik teorisini ve gazların kinetik teorisini oluşturmuş olmasıdır.*

Teorisinde elektrik ve manyetizmanın birbiriyle ilişkili olduğunu (kısaca elektromanyetizma) ve uzayda ışık hızıyla yayılan elektromanyetik dalgaların varlığını öngörmüştür. İleri matematik bilgisiyle Maxwell denklemleri olarak da bilinen dört denklemle ifade edilen kanunlarla, elektromanyetik dalgaların özelliklerini açıkladı. Bu kanunlar Gauss Yasası, Manyetizmada Gauss Yasası, Faraday Yasası ve Ampere-Maxwell Yasası'dır. (Serway) İlk defa ışığın elektromanyetik dalga teorisini ortaya atan Maxwell, boşlukta yayılmaları için ether ya da esir denilen peltemsi bir maddesel ortama ihtiyaç olduğunu da belirtmiş fakat daha sonra böyle bir maddenin olmadığı Michelson ve Morley (1887) adlı iki bilim insanı tarafından ispatlanmıştır.

Michael Faraday (1791- 1867): *Oersted'in yaptığı deneyle birlikte elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkiyi irdeleyen deneyler artmayabaşladı. Michael Faraday okula gidemeyecek kadar fakir bir ailede doğmuştur. Herkes kadar okuma-yazma biliyor ve dört işlem yapabiliyordu. Ciltçilik çırağı iken büyük bir öğrenme isteğiyle matematiği kullanamasa da, en büyük fizik kuramcılarından biri olmuştur. Bilimsel eğitimi olmadan kendini eğiten, üstün eğiticilik yeteneğine sahip olan bu kişinin fiziği herkesçe anlaşılır biçimde anlattığı halk konferansları tüm Londra'yı kendisine çekiyordu. Faraday gözlemlerini, hayal gücünü de kullanarak eşit manyetik yoğunluğun tüm noktalarını birbirine bağlayarak bu alanlarda hayali çizgiler oluşturdu. Matematiksel bağıntılardan yoksun olarak tamamen sezgilerine güvenerek, fizikte çok önemli bir yeri olan şu görüşü ortaya çıkartmıştır: evrenin parçacıkların oluşturduğu alanlardan oluştuğu görüşü. Maxwell 1855'te Faraday'ın kavramını matematik forma çevirmeyi başardı ve bilim insanının konuya sezgisel yaklaşımının tamamen doğru olduğunu gösterdi. 1800'lü yılların en büyük deneysel bilim insanı olarak bilinen bir İngiliz fizikçi ve kimyacısının elektriğe olan katkıları; elektrik motoru, elektrik jeneratörü ve transformatörün icadından başlayarak elektromanyetik indüksiyon ve elektroliz yasalarını kapsar. Dini duyguları nedeniyle İngiliz ordusu için zehirli gaz hazırlanması projesinde görev almayı reddetti.*

Şekil 6.1 Okuma parçası

DEĞERLENDİRME FORMU ***Lütfen aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak, incelediğiniz bilim tarihinden örnekler doğrultusunda cevaplandırınız.***		
1.	Sizce Romognosi'ye bilim insanı diyebilir miyiz? Cevabınıza göre bilim insanının ne gibi özellikleri olması gerektiğini açıklayınız.	
2.	Oersted elektromanyetizmayı keşfedişi sırasında nasıl bir bilimsel metot kullanmıştır? Bilimsel bilgiyi elde etmede ne gibi yöntem/yöntemler kullanılmalıdır?	
3.	Faraday, İngiliz ordusunun teklifini neden reddetmiştir? Sizce bu yanlış mıdır?	
4.	Bugün bildiğimiz manyetik alan çizgileri bilgisinin nasıl ortaya çıktığını açıklayınız.	
5.	Sizce Henry, Faraday ile aynı deneyleri ve gözlemleri yapmasına rağmen neden yayımlamamıştır? Açıklayınız.	
6.	Maxwell'in geliştirdiği teoride kaç farklı bilim insanının katkısı vardır? Buna göre teoriler sizce nasıl bilgilerdir? Açıklayınız.	
7.	Ether hakkındaki olayları düşündüğünüzde bilimsel bilginin hangi özelliği ortaya çıkmaktadır? Açıklayınız.	
8.	"Sizce bilim insanlarının isimlerinin yanında, "teorik fizikçi" denilmesinin nedeni nedir? Açıklayınız."	

Şekil 6.2 Değerlendirme Formu