

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**BİLİMİN DOĞASINI İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNE ÖĞRETMeye
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

DOKTORA TEZİ

Mehmet KÜÇÜK

**AĞUSTOS 2006
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**BİLİMİN DOĞASINI İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNE ÖĞRETMeye
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

Mehmet KÜÇÜK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.05.2006
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 25.08.2006**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Alipaşa AYAS

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hasan GENÇ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2006

ÖNSÖZ

Bilimin doğasını öğrencilere öğretmek fen eğitiminin amaçları arasında yer alır. Bilimin doğasını bilen öğrenci; bilimi, bilimin ürünlerini ve günlük yaşamda karşılaşılan yöntemlerini anlayabilir; bilimle ilgili sorunlar hakkındaki tartışmalara ve karar verme süreçlerine katılabilir; bilimsel kültürün en etkili ürünlerinden biri olan bilimsel çalışmalara değer verebilir; bilimsel toplumun normlarını anlar ve fen konu alanını daha etkin bir şekilde öğrenebilir. Bilimin doğasının öğrencilere ne şekilde ve hangi öğretim yaklaşımıyla etkili olarak öğretilbileceği tartışma konusudur. Bu çalışmada bilimin doğasının ilköğretim öğrencilerine öğretilmesine yönelik etkinlikler hazırlanarak doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yaklaşımıyla uygulanmıştır. Ülkemizdeki ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını yeterli bir seviyede öğrenmelerini sağlayabilecek doğrudan-yansıtıcı öğretim etkinliklerinin hazırlanarak öğretmenlerin kullanımına sunulması, bilimin doğasının öğretime yönelik fen derslerinin hedeflerinin başarılması açısından önem taşır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek tez konusuna karar verilmesinde ve tezle ilgili çalışmaların yürütülmesinde ilgi ve desteğini hiçbir zaman kesmeyen sevgili hocam sayın Prof. Dr. Salih ÇEPNİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim. Buna ilave olarak, tez izleme komitesinde yer alan ve çalışmalarımın her aşamasında bazı önemli yönlendirmelerde bulunarak yol gösteren hocalarım sayın Prof. Dr. Alipaşa AYAS ve Yrd. Doç. Dr. Hasan GENÇ'e ve komitede yer almamasına rağmen tezi incelemek için zaman ayıran hocam sayın Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ beylere de şükranlarımı sunarım.

Bu tez araştırmasını tamamlayabilmek için yoğun çalışmalarım esnasında yeterince zaman ayıramadığım ve buna ilâveten bilimin doğasıyla ilgili hazırlanan etkinliklerin uygulanabilmesi için zaman ayırıp özveride bulunan eşime sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım. Bu nedenle doktora tezimi başta eşim olmak üzere, minik kalp atışlarını ilk duyduğumuz andan itibaren mutluluğumuza bir kat daha mutluluk katan ve şu anda kucığımızda olan küçük kızımız Naz'a hediye etmek isterim.

Mehmet KÜÇÜK

Trabzon 2006

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
TÜRKÇE ÖZET.....	VI
İNGİLİZCE ÖZET.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problem Durumu.....	5
1.3. Çalışmanın Amacı.....	7
1.4. Çalışmanın Önemi.....	7
1.5. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası.....	9
1.6. Bilimin Doğasının Öğretilmesiyle İlgili Yaklaşımlar	14
1.6.1. Tarihsel Yaklaşım.....	14
1.6.2. Dolaylı Yaklaşım.....	15
1.6.3. Doğrudan ve Yansıtıcı Yaklaşım.....	17
1.7. Bilimin Doğasıyla İlgili Literatürün İncelenmesi.....	18
1.7.1. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi.....	19
1.7.2. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenlerin Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi.....	28
1.7.3. Bilimin Doğasıyla İlgili Ulusal Literatürün İncelenmesi.....	40
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	49
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	49
2.2. Araştırmanın Yöntemi.....	50
2.3. Bilimin Doğasıyla İlgili Etkinliklerin Tasarlanması.....	52
2.4. Tezde Kullanılan Veri Toplama Yöntemleri ve Araçları.....	66
2.4.1. Anket Yöntemi.....	66
2.4.1.1. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi.....	66

2.4.1.2.	Bilimin Doğası Öğretmen Anketi.....	68
2.4.1.3.	Tutum Anketi.....	71
2.4.1.4.	Bilimsel Bilgi Anketi.....	73
2.4.2.	Mülâkat Yöntemi.....	74
2.4.2.1.	Öğrenci Mülâkatları.....	75
2.4.2.2.	Öğretmen Mülâkatları.....	75
2.4.3.	Yansıtıcı Yazılar.....	76
2.4.3.1.	Öğrenci Yazıları.....	77
2.4.3.2.	Öğretmen Yazıları.....	77
2.5.	Örneklem Seçimi.....	78
2.6.	Verilerin Analizi.....	81
3.	BULGULAR.....	84
3.1.	Etkinlikler Uygulanmadan Önce Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Bulgular..	84
3.1.1.	Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili İlk Düşünceleri.....	84
3.1.2.	Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenin İlk Düşünceleri.....	91
3.2.	Etkinliklerin Uygulanma Süreciyle İlgili Bulgular.....	92
3.2.1.	Küplerin İncelenmesi.....	92
3.2.2.	Hileli İzler!	101
3.2.3.	Yaşlı Öğretmen!	109
3.2.4.	Genç Mi? Yaşlı Mı?	113
3.2.5.	Su Üretici.....	116
3.2.6.	Kağıt Rulolar.....	119
3.2.7.	Hipotez Kutuları.....	121
3.2.8.	Delikli Şişe.....	130
3.2.9.	Hadi Bul Bakalım!	134
3.2.10.	Kutunun İçinde Ne Var?.....	137
3.2.11.	Yanan Mum	139
3.2.12.	Bilim İnsanı Resmi.....	145
3.3.	Etkinlikler Uygulandıktan Sonra Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Bulgular.	157
3.3.1.	Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Son Düşünceleri.....	157
3.3.2.	Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenin Son Düşünceleri.....	164
3.3.3.	Tutum Anketi Bulguları.....	165
3.3.4.	Bilimsel Bilgi Anketi Bulguları.....	166

3.3.5.	Katılımcı Öğrencilerin Etkinliklerle İlgili Düşünceleri.....	171
3.3.6.	Katılımcı Öğretmenin Etkinliklerle İlgili Düşünceleri.....	173
4.	TARTIŞMA.....	176
4.1.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi.....	176
4.2.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Fenne Yönelik Tutumlarına Etkisi.....	185
4.3.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşleri Üzerindeki Etkisi.....	187
4.4.	Etkinliklerin Katılımcı Öğretmenin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi.....	192
4.5.	Etkinliklerin Başarısının Değerlendirilmesi.....	195
5.	SONUÇLAR.....	205
5.1.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramlar Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar.....	205
5.2.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Fenne Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar.....	207
5.3.	Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Düşünceleri Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar.....	208
5.4.	Etkinliklerin Katılımcı Öğretmenin Bilimin Doğasıyla İlgili Düşünceleri Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar.....	209
5.5.	Etkinliklerin Değerlendirilmesiyle İlgili Sonuçlar.....	210
6.	ÖNERİLER.....	215
6.1	Bu Çalışmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	215
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri ve Yeni Araştırmacılara Önerileri	220
7.	KAYNAKLAR.....	222
8.	EKLER.....	232
	ÖZGEÇMİŞ.....	

ÖZET

Bu çalışmanın amacı doğrudan yansıtıcı araştırma merkezli yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmeninin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemektir. Bu proje, katılımcıların bilimin doğasının unsurlarına yükledikleri anlamlara odaklandığından dolayı, yorumlayıcı bir çalışmadır. Bu araştırmada bilimin; deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğasına dayanan on iki öğretim etkinliği tasarlanarak 17 kişiden oluşan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu etkinlikler öğrencilere haftada iki saat olmak üzere toplam on hafta sürede uygulanmıştır. Bu etkinlikler aynı zamanda kendi “bilimin doğası” kavramları incelenen bir fen bilgisi öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Veriler, ilk-son öğrenci ve öğretmen bilimin doğası anketleri ve yarı yapılandırılmış mülâkatlar, ilk-son tutum anketi, ilk-son bilimsel bilginin doğası anketi ve her bir etkinlikten sonra öğretmen ve öğrenciler tarafından yazılan yansıtıcı yazılarla toplanmıştır. Etkinlik sunularının tümüne ait video kayıtları alınmıştır. Her bir öğrencinin ve öğretmenin çalışmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili profilleri çıkarılmış ve karşılaştırılmıştır. Bu yolla etkinliklerin katılımcıların bilimin doğasıyla ilgili kavramları üzerindeki etkisine karar verilmiştir. Doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası etkinliklerinin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumları ve bilimsel bilgiyle ilgili görüşleri üzerindeki etkisini incelemek için bağımlı t testi kullanılmıştır. Bu çalışma sonunda başlangıçta bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili zayıf düşüncelere sahip olan öğrencilerin ve ders öğretmenin görüşlerinin “yeterli” düzeyde değiştiği ortaya çıkmıştır. Yaklaşık olarak öğrencilerin tamamına yakınının bilimin doğasının vurgulanan dört unsuruyla ilgili düşünceleri değişmiş ve öğretmen ise bilimin doğasının bir unsuru haricinde –bilimsel bir teori ve yasa arasındaki fark- yeterli görüşlere sahip olmuştur. Etkinlikler ayrıca öğrencilerin fenne karşı tutumlarını da olumlu yönde değiştirmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda bilimin doğasının unsurlarının öğretimi bilişsel bir öğretim hedefi olarak kabul edilmesi ve doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yaklaşımı kullanılarak öğrencilere öğretilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğasının Öğretimi, Doğrudan-Yansıtıcı Yaklaşım, Fenne Karşı Tutumlar, Bilimsel Bilgi Hakkında Görüşler, Fen Bilgisi Eğitimi.

SUMMARY

A Study Toward Teaching the Nature of Science For Seventh Grade Primary Students

This study investigated the influence of nature of science teaching activities based on explicit-reflective inquiry oriented approach on seventh grades students and their science teachers' nature of science concepts. This project was interpretive in nature because it focused on the meanings that participant ascribed to the emphasize aspects of nature of science. Twelve teaching activities based on the empirical, tentative, inferential, and creative and imaginative nature of scientific knowledge were designed and implemented to a group of 17 grade 7 students. This intervention finished for ten weeks, and implemented two 40 minutes periods lessons in each week. These activities were implemented by a science teacher whose nature of science concepts was also assessed throughout the activities. Data were gathered by a pre-post student and teacher "nature of science questionnaire" and semi-structured interviews, a pre-post attitude questionnaire and pre-post "views of the nature of scientific knowledge questionnaire", and also reflective notes for each of the activity by both students and science teacher. Nature of science activities lesson presentations were recorded by a video. Each student's and teacher's pre and post nature of science profiles were constructed and compared, thus, effect of the activities on the participants was determined. In order to learn about the effects of the explicit-reflective nature of science teaching activities on student's attitudes toward science and views on scientific knowledge, dependent t test was used. From the data, it was concluded that students and also science teacher had naïve views about the nature of science tenets at the beginning, however after the intervention, both students and science teacher had very informed views about it. Nearly all of the students' nature of science views about the four tenets of nature of science was changed and teacher had informed views about the nature of science tenets accept for difference between a theory and rule. Nature of science activities had also hanged students' attitudes toward science lessons. It is suggested that developing informed conceptions of the nature of science for students and also teachers is a cognitive instructional outcome that requires an explicit-reflective instructional approach.

Key Words: Teaching the Nature of Science, Explicit-Reflective Approach, Attitudes Toward Science, Views about Scientific Knowledge, Science Education.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Ek Şekil 1.1. Birinci küp modeli.....	240
Ek Şekil 1.2. İkinci küp modeli.....	241
Ek Şekil 1.3. Üçüncü küp modeli.....	242
Ek Şekil 2.1. Hileli izler 1.....	248
Ek Şekil 2.2. Hileli izler 2.....	249
Ek Şekil 2.3. Hileli izler 3.....	250
Ek Şekil 3.1-3.9 Yaşlı öğretmen.....	253–261
Ek Şekil 4.1. Yaşlı-genç kadın.....	264
Ek Şekil 4.2. Yaşlı kadın.....	265
Ek Şekil 4.3. Genç kadın.....	266
Ek Şekil 5.1. Su üretici modeli.....	270
Ek Şekil 6.1. Rulonun iç yapısı.....	273
Ek Şekil 6.2. Rulo modeli.....	274

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bilimin doğasının unsurlarının tanıtılması.....	12
Tablo 2. Bu çalışmada vurgulanan bilimin doğası unsurları ile fen eğitimi reform dokümanlarında ilköğretim öğrencileri için vurgulanan unsurlar arasındaki ilişki.....	13
Tablo 3. Bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin içerik analizi.....	62
Tablo 4. Katılımcı öğrencilerin özellikleri.....	79
Tablo 5. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşünceleri	85
Tablo 6. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşüncelerinin dağılımı.....	86
Tablo 7. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmenin ilk düşünceleri.....	91
Tablo 8. Öğrencilerin ek şekil 2.2 ile ilgili gözlem ve çıkarım ifadeleri.....	105
Tablo 9. Katılımcı öğrencilerin yanan mum etkinliğiyle ilgili tahmin, gözlem, çıkarım ve hipotezleri.....	141
Tablo 10. Katılımcı öğrencilerin bilim insanına yükledikleri özelliklerin dağılımı.....	148
Tablo 11. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşünceleri.....	158
Tablo 12. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşüncelerinin dağılımı.....	159
Tablo 13. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmenin son düşünceleri.....	165
Tablo 14. Tutum anketi SPSS 11.5 analiz sonuçları.....	166
Tablo 15. Bilimsel bilgi anketi SPSS 11.5 analiz sonuçları.....	167
Tablo 16. Katılımcı öğrencilerin ön ve son bilimsel bilgi anketlerindeki cevaplarının frekans ve % dağılımları.....	168
Tablo 17. Fenne yönelik tutum anketi sonuçlarının karşılaştırılması.....	186

SEMBOLLER DİZİNİ

AAAS	: American Association for the Advancement of Science
BFLS	: Benchmarks for Scientific Literacy
BSCS	: The Biological Sciences Curriculum Study
E	: Erkek Öğrenci
ENSI	: Evolution and Nature of Science Institute
GCC	: Global Climate Change
GW	: Global Warming
HOSC	: History of Science Cases for High Schools
HPP	: The Harward Project Physics
K	: Kız Öğrenci
MNSKS	: Modified Nature of Scientific Knowledge Scale
N	: Öğrenci Sayısı
NCR	: National Research Council
NRAO	: National Radio Astronomy Observation
NSES	: National Science Education Standards
NSKS	: Nature of Scientific Knowledge Scale
Ö	: Fen Bilgisi Öğretmeni
P	: Madde Güçlüğü
PSSC	: The Physical Science Study Curriculum
Sd	: Serbestlik Derecesi
SPSS	: Statistical Package for Social Scientist
Ss	: Standart Sapma
TOUS	: Test on Understanding of Science
VNOS-C	: Views on The Nature of Science - Form C
VOSTS	: Views on the Science, Technology and Society
WVU	: West Virginia University

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Fen eğitimi ve öğretimiyle ilgili ortaya çıkan yenilikçi çabalarının en önemli amacı bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesi olmuştur. Bilimin doğası, öğrencilerin bilimsel okuryazar olabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bilimin doğası bilimsel okuryazarlığın en temel unsuru olarak kabul edilmektedir. Bilimin doğasının fen öğretim programları kapsamına alınması ve öğretilmesi gerektiği birçok eğitimci tarafından savunulmaktadır (Driver vd., 1996; Eylon ve Linn, 1988; Hogan, 2000; Reif ve Larkin, 1991; Solomon, 1991). Bunun için beş neden ileri sürülmüştür (Driver vd., 1996). Bunlar; bilimin doğasının insanların bilimi, bilimin ürünlerini ve günlük yaşamda karşılaşılan yöntemlerini anlamasını sağlayabildiği; insanların bilimle ilgili sorunlar hakkındaki tartışmalara ve karar verme süreçlerine katılmasına yardımcı olabildiği; bilimin doğasının anlaşılmasının insanların bilimsel kültüre değer vermelerini sağlayabildiği; bilimin doğasının anlaşılmasının insanların bilimsel toplumun normlarını anlamalarını sağlayabildiği ve bilimin doğasının öğrenilmesinin fen konu alanının daha etkin bir şekilde öğrenilmesine yardımcı olabildiği şeklinde sıralanmıştır.

Bilimin doğasının öğrencilerce bilinmesi ve öğrencilerin bilimi öğrenmeye karşı sergiledikleri yaklaşımlar arasında yoğun bir ilişki vardır (Hogan, 2000). Bir öğrencinin, teori ve delil arasındaki ilişkiyle ilgili bilgi sahibi olmasının, bilimsel olarak daha doğru akıl yürütebilmelerine ve bilimsel bilginin zamanla nasıl değiştiğini anlamasının ise kendi bilimsel fikirlerinin nasıl geliştiğini anlayabilmesine yardımcı olabileceği belirtilmektedir. (Solomon, 1991). Bilim insanların karmaşık fikirlerle boğuşan ve farklı bilgileri birleştirmeye çalışan kişiler olarak düşünmek, öğrencileri benzer faaliyetleri yapmaya karşı cesaretlendirebilir (Eylon ve Linn, 1988). Bir bilgiyi bilimsel yapan şeyin ne olduğunu anlamak, öğrencilerin hem öğrenme hedeflerine hem de konuya karşı motive olmalarına yardımcı olabilir (Reif ve Larkin, 1991).

Bilimin doğası çoğunlukla bilimsel bilginin epistemolojisine yani bilimsel bilginin gelişmesinin tabiatında var olan değerlere ve inançlara atıfta bulunmaktadır (Lederman,

1992). Bilim tarihçileri ve felsefecileri arasında bilimin doğasının özel bir tanımı üzerinde fikir birliği yoktur. Fakat okul öncesinden üniversiteye kadar (K-12) öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili başarabilecekleri seviyede bazı unsurlar ileri sürülmüştür (Abd-El-Khalick vd., 1998). Bu unsurlar, fen eğitimi alanındaki uzmanların birçoğu tarafından kabul edilmektedir (Smith vd., 1997). Bunlar; bilimsel bilginin kesin olmadığı (değişime maruz olduğu); deneylere dayalı olduğu (doğal dünyanın gözlenmesiyle ortaya çıktığı ve/veya onlara dayalı olduğu), öznel olduğu (bilim insanlarının geçmiş yaşantılarından, deneyimlerinden ve önyargılarından etkilendiği); kısmen insan hayâl gücünün ve yaratıcılığının bir ürünü olduğu (açıklamaların icat edilmesini içerdiği); sosyal ve kültürel olarak kurulduğu olarak belirtilmiştir. Bunlara ilâve iki unsur ise; gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile bilimsel teori ve yasa arasındaki ilişkileri ve işlevleri açıklamaktadır.

Bilimin doğası ile bilimsel süreçler çoğunlukla birbiriyle karıştırılır. Fen eğitimiyle ilgili reform dokümanlarında belirtildiği üzere (AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996), bilimsel süreçler, bir araştırma ile ilgili verilerin toplanması, yorumlaması ve sonuç çıkarılmasıyla ilgili etkinlikleri içerir. Bilimin doğası ise bu etkinliklerin altında yatan epistemolojik varsayımları ve değerlerdir kapsar (Abd-El-Khalick vd., 1998). Buna bir örnek verilirse; gözlem ve hipotez kurmak bilimsel süreçlerdir. Bu terimlerle ilgili bilimin doğası kavramları ise, bir kişinin bir konuyla ilgili yaptığı gözlemlerin kendi algı sistemi tarafından etkilendiği, hipotez kurmanın hayâlcî ve yaratıcı bir zihin etkinliği olduğunu ve her iki etkinliğin de özünde teori-yüklü olduğunu bilinmesini içerir. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere bilimsel süreçler ile bilimin doğası arasında bir etkileşim ve üst üste binişiklik vardır. Buna karşın ikisini birbirinden ayırmak son derece önemlidir.

Bilimin doğasıyla ilgili yapılan çalışmalarda, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlar değerlendirilmiş ve fen eğitimi reform dokümanlarında (AAAS,1990,1993; NRC,1996) açıklanan bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip olmadıkları sonucu ortaya çıkmıştır (Lederman, 1992). Bazı çalışmalar, öğrencilerin bilimsel bilginin değişime maruz olduğunu, insan hayâlciliğini ve yaratıcılığını içerdiğini anlayamadıklarını ortaya koymuştur (Griffiths ve Barman, 1995; Griffiths ve Barry, 1993; Ryan ve Aikenhead, 1992). Bazılarında ise; öğrencilerin teori ve yasa arasındaki ilişkiyi anlayamadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Rubba vd., 1981).

Bilimin doğasıyla ilgili yapılan diğer çalışmalar, öğrencilerin bilgilerini geliştirmeyi amaçlayan programların tasarlanmasını, uygulanmasını ve test edilmesini içermektedir.

Fakat bu programların öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmelerine etkisini inceleyen araştırmalar, öğrencilerin sahip oldukları kavramlara yönelik anlamlı kazançlar elde edemediklerini ortaya koymuştur (Meichtry, 1992). Bilimin doğasının öğrencilere kavratılmasını amaçlayan bu programların başarılı veya yeterince etkili olmamasının nedeninin öğrencilerin gelişiminin, öğretmenin bilimin doğasını anlamasından bağımsız olduğunun varsayılmasından kaynaklandığı üzerinde durulmuştur (Lederman, 1992).

Literatürde bilimin doğasıyla ilgili yapılan çalışmalardan birçoğu öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlarla ilgilidir. Bu bağlamda incelenen çalışmaların tamamına yakını, kullanılan ölçme araçlarından bağımsız olarak, öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip olmadıklarını ifade etmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khishfe, 2004; Pomeroy, 1993). Bilim hakkında öğretmenlerin çoğu pozitivist bir görüşe sahiptir (Pomeroy, 1993) ve bilimsel çalışmaların yaratıcı ve hayâlcî doğasına pek fazla inanmamaktadırlar (Abd-El-Khalick ve Boujaoude, 1997). Bu nedenle, birçok öğretmen eğitimi programında bilimin doğasının ayrı bir ders konusu olarak okutulması önerilmektedir (Scharman, 1990; Scharmann ve Haris, 1992).

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 (*implicit*) yaklaşım” olarak bilinir. Bu yaklaşım, öğretmen ve/veya öğrencilerin bilimin doğasını “bilim yaparak” ve araştırma etkinliklerine katılarak otomatik olarak öğrenebileceklerini savunmaktadır. Buna karşın, bilimin doğasının öğrenilebilmesinin “bilişsel bir öğrenme ürünü” olarak kabul edilerek, onun ikincil bir ürün olarak öğrenilmesini beklemek yerine etkin bir şekilde plânlanması 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 bunların farkına daha iyi varabilecekleri tartışılmaktadır. Burada ifade edilen “doğrudan” öğretim ise didaktik öğretim değildir. Bilimin doğasının doğrudan öğretimi; öğrencilerin bir konu alanı veya bilimin doğası etkinlikleri bağlamında yansıtmalarda bulunacakları bir öğrenme ortamında

öğretimin yapılandırılmasını içerir. Bilimin doğasının doğrudan öğretime yönelik bu yaklaşım doğrudan (*explicit*) yaklaşım olarak bilinmektedir.

Bilimin doğasının farklı yaklaşımlarla öğretilmesini içeren araştırmalardan elde edilen veriler, doğrudan yaklaşımın öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını geliştirmekte, araştırmaya dayalı öğretimin kullanıldığı dolaylı yaklaşımdan daha başarılı olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khisfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Fakat, doğrudan yaklaşım kullanılmış olsa bile, bilimin doğasının öğretimiyle ilgili daha çok çaba harcanmasına ihtiyaç vardır. Bilimin doğasının öğretiminde doğrudan yaklaşımın kullanılması öğrencilerin daha yeterli (*informed*) kavramlar kazanmaları açısından ancak sınırlı başarı sağlayabilmiştir (Carey vd., 1989; Solomon vd., 1992; Liu ve Lederman, 2002).

Bu çalışmaların sınırlı ölçüde başarılı olmasının nedeninin ise bilimin doğasının doğrudan öğretildiği bağlam olabileceği varsayılmıştır (Khishfe, 2004). 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. Bazı araştırmacılar ise, bilimin doğasının “fen konu alanı bağlamının dışında” doğrudan öğretilmesinin, fen öğretim programlarına sadece bir ilâve yük getireceğini belirtmektedir (Driver vd., 1996). Clough (2003) ise, bilimin doğasını doğrudan öğretmeyi amaçlayan etkinlikler ile fen konu alanı arasında bağlantı kurulmazsa öğrencilerin yeterli kavramlar geliştiremeyeceğine inanmaktadır.

Bilimin doğasının öğretiminde doğrudan yaklaşımın kullanılması oldukça yenidir. Bununla birlikte, bilimin doğasının doğrudan öğretildiği bağlam ile öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmeleri arasındaki ilişki çok fazla açık değildir. Bu alanda literatürde var olan sınırlı sayıdaki çalışmaların çoğu, üst öğrenim seviyesindeki öğrencilerin veya öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerini incelemek için yapılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramları işlenen fen konu alanıyla birleştirmeden öğrencilere öğretebilen doğrudan yaklaşımın etkinliği tartışılmaktadır. Buna karşın, bilimin doğasını fen konu alanından bağımsız olarak öğrencilere öğreten doğrudan yaklaşımın bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin sahip olduğu kavramları geliştirebileceğine inanılmaktadır. Bu durum çoğunlukla öğretmen veya öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda incelenmiştir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Bell vd., 2000; Lederman vd.,

2001). Bu nedenle fen öğretiminin temel amaçlarından biri olan bilimin doğasının, fen konu alanıyla birleştirilmeden doğrudan öğretilmesinin özellikle ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır.

1.2. Problem Durumu

Öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili yeterli görüşler geliştirmelerine yardım edilmesi fen eğitiminin öncelikli amaçları arasında yer almaktadır. Fakat yapılan çalışmalar ilk ve orta öğretim fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adayları ile ilk ve orta öğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramların “zayıf” olduğunu ortaya koymaktadır (Eve ve Dunn, 1990; Johnson ve Peebles, 1987; King, 1991; Zimmerman, 1991). İlköğretim öğrencileri, bilimsel bilginin deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, yaratıcı ve hayâlcî doğası hakkında zayıf görüşlere sahiptir (Griffiths ve Barman, 1995). İlköğretim öğrencilerinin çoğu bilimsel bilginin kesin olduğuna (Boujaoude, 1996) ve deneysel deliller toplandıkça teorilerin ispatlanabileceğine inanmaktadır (Smith vd., 2000). Bu öğrenciler ayrıca, bilimsel araştırmalara rehberlik eden bilim insanlarının sahip oldukları fikirlerinin rolüne değer verirken, bilimsel bilgi üretmede hayâl gücü ve yaratıcılığı dışarıda bırakan adım adım ilerleyen bir yöntemin takip edildiğine inanmaktadır (BouJaoude, 1996; Smith vd., 2000).

Bilimin doğasının öğrencilere etkin bir şekilde öğretilmesi için dolaylı, doğrudan ve tarihsel yaklaşım olarak bilinen üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan biri bilimin doğasıyla ilgili öğretim sürecinin planlandığı ve bilimin doğası etkinlikleriyle doğrudan öğretildiği “doğrudan-yansıtıcı yaklaşım” olarak bilinir. Bu yaklaşımın öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlar kazandırmakta diğerlerine oranla daha etkili olduğu belirtilmektedir (Akerson vd., 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz ve Lederman, 2002). Literatürde dikkati çeken bir başka konu ise bilimin doğasının öğretildiği bağlam ile öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili bilgileri arasındaki ilişkinin açık olmamasıdır. Bilimin ve bilimsel bilginin doğasının ortaöğretimdeki öğrencilere ve öğretmen adaylarına öğretilme sürecinin incelendiği birçok çalışma yapılmasına karşın, özellikle ilköğretim seviyelerindeki öğrencilere bilimin doğasının doğrudan öğretim sürecinin araştırıldığı az sayıda çalışma vardır.

Ulusal literatürde, öğretmen adaylarının ve lise öğrencilerinin bilimin doğası kavramlarının incelendiği bazı çalışmalara rastlanmaktadır (Çelik, 2003; Gücüm, 2000; Yakmacı-Güzel, 2000; Macaroğlu vd., 1998; Yakmacı, 1998). Fakat ne ilköğretim ve lise öğrencilerine, ne de öğretmen ve öğretmen adaylarına bilimin doğasının doğrudan öğretim yaklaşımı kullanılarak öğretiminin incelendiği bir çalışma yoktur. Bu nedenle, öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin incelenmesine ve bilimin doğasının öğretilmesine yönelik doğrudan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki bilgilerine etkisinin araştırılmasına ihtiyaç vardır. Fen öğretiminin önemli bir amacı olan bilimin doğasının doğrudan öğretimini içeren bir çalışmada, öğrencilerin fenne yönelik tutumları ve bilimsel bilgiye yönelik düşünceleri üzerindeki etkisinin incelenmesi büyük önem taşır. Buradan hareketle, mevcut çalışmada, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramlardaki değişim, tasarlanan ve uygulanan doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımına dayalı etkinliklerin uygulanması boyunca incelenmiştir. Bu çalışma, doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yaklaşımına dayalı bir uygulamanın öğrencilerin ve fen bilgisi ders öğretmenin bilimin doğasını öğrenmeleri üzerindeki etkisini ortaya koymak için planlanmıştır.

Bu çalışmaya rehberlik eden araştırma soruları aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Bu çalışma öncesinde ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşünceler nelerdir?
- 2) Bu çalışma öncesinde fen bilgisi öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu düşünceler nelerdir?
- 3) Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında uygulanan etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu düşüncelere etkisi nedir?
- 4) Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında uygulanan etkinliklerin öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu düşüncelere etkisi nedir?
- 5) Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında uygulanan etkinliklerin öğrencilerin fenne yönelik tutumlarına etkisi nedir?

- 6) Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında uygulanan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel bilginin doğasıyla ilgili düşüncelerine etkisi nedir?
- 7) Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi yaklaşımının ve öğretim yönteminin başarısı nedir?

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı öğretimi yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan ve uygulanan etkinliklerin, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmeninin bilimin doğasını öğrenmeleri üzerindeki etkisini incelemektir.

1.4. Çalışmanın Önemi

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri bilimsel okuryazar olan bireyler yetiştirmektir. Bilimsel okuryazar olan bireyler, bilimsel bilginin doğası ve özellikleri hakkında bilgi sahibi olan, çevreleriyle etkileşim hâlindeyken bilimin kavramlarını, esaslarını, teori ve yasalarını etkin bir şekilde kullanabilen kişilerdir. Bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmek fen eğitiminin amacı olduğuna göre, bilimin doğası ve özellikleri hakkında yeterli görüşlere sahip olmak da fen eğitiminin amaçlarından birini yerine getirmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Murcia ve Schibeci, 1999; Tsai, 1999; Rubba vd., 1996; McComas, 1996; Ryan ve Aikenhead, 1992). Literatürde; öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramlarının tespit edilmesi ve uygulanan farklı öğretim yaklaşımlarının sonucu olarak bu kavramlarda ortaya çıkan değişimlerin analiziyle ilgili birçok çalışma vardır (Bell ve Matkins, 2003; Brickhouse vd., 2000; Clough, 2003; Clough ve Olson, 2001).

Bununla birlikte, ülkemizdeki öğrencilerin bilimin doğası kavramları hakkında ve uygulanan öğretim etkinlikleri sonucunda bu kavramlarda yaşanan değişimlerin kapsamlı olarak incelendiği bir çalışma yoktur. Bu anlamda mevcut çalışmanın, bilimin doğasının öğrencilere doğrudan öğretilmesiyle ilgili atılan ilk adımlardan biri olduğuna

inanılmaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışmada ilköğretim öğrencilerinin ve bir fen ve teknoloji dersi öğretmeninin bilimin doğası kavramları konusuyla ilgili literatürde var olan bir ölçme aracı (bilimin doğası hakkında görüşler anketi) kullanılarak ölçülmüştür (Abd-El-Khalick, 2001). Bundan sonra, bilimin doğasının öğretiminde etkinliği tartışılan bir yaklaşım olan; doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretim yaklaşımı kullanılarak öğretmenlerin kullanımına sunulacak öğretim etkinlikleri tasarlanmıştır. Bu çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla, ulusal literatürde bu türden etkinliklerin olmaması ve bu çalışmanın bilimin doğasıyla ilgili kullanılabilecek öğretim etkinliklerini ortaya koyması büyük önem taşımaktadır. Bu arada, doğrudan bilimin doğası öğretim etkinliklerini kendi sınıfında uygulayan fen ve teknoloji dersi öğretmeninin sahip olduğu bilimin doğası kavramları da incelenmiştir. Bu durum, bilimin doğasının öğretimi hakkında daha önce herhangi bir eğitim almamış olan ve dolayısıyla bilimin doğası kavramları zayıf olan bir öğretmenin, doğrudan-yansıtıcı öğretim etkinliklerinin öğretimini yaparken sahip olduğu bilimin doğası kavramlarının ne ölçüde değişebileceği sorusuna da cevap vereceğinden bir orijinallik taşımaktadır. Bu arada, doğrudan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fenne yönelik tutumları üzerindeki etkilerinin incelenmesi, bilimsel bilgiyle ilgili görüşleri üzerindeki etkilerin nicel olarak ayrıca ortaya konulması elde edilen verilerin tutarlılığı açısından önem taşımaktadır.

Bilimsel bilginin doğası, bu bilginin nasıl ortaya konulduğu ve değerlendirildiği hakkında sahip olunan inançlar, öğrencilerin, bilimi ne şekilde öğrenmeye çalıştıklarını etkiler (Hammer, 1994; Hogan, 1999; Roth ve Roychoudhury, 2003; Songer ve Linn, 1991). Öğrencilerin, bilginin ve öğrenme stratejilerinin doğası hakkındaki görüşleri çoğunlukla okul yaşamları boyunca oluşur (Sandoval ve Morrison, 2003). Bu nedenle, bilgilerin, okul yaşamı boyunca öğrencilere sunulma şekli, öğrencilerin onu nasıl anladıklarını ve onunla nasıl bir ilişki kurduklarını etkiler. Bilim öğrencilere basitçe bir bilgi birikimi, ispatlanmış gerçekler ve bütüncül doğrular olarak sunulursa, buna bağlı olarak öğrenciler, bu gerçekleri ezberlemeye ve bütün bilgilerin bilimsel yöntem kullanılarak ispatlandığını düşünmeye başlar. Bir başka taraftan ise; eğer öğrenciler, bilimi, kavramsal gelişimin devam eden bir süreci, verinin ne anlam taşıdığına karar vermek için yorumlayıcı bir çaba ve bu anlamları bireyler arasında konuşma süreci olarak tecrübe ederlerse, kavramlara ve onların değişimlerine daha fazla odaklanabilmeleri mümkündür. Eğitim ve öğretim uygulamaları sürecinde öğrencilerin bilimsel bilgiyle ilgili kavramlarının oluşumunda öğretmenlerin önemli sorumlulukları vardır. Buradan hareketle,

öğrencilerin bilimi ve bilimsel bilgiyi istenen şekilde öğrenebilmeleri için, bilimin ve bilimsel bilginin doğasını uygun şekilde ve planlı etkinlikler yoluyla öğrenmelerine ihtiyaç vardır. Fakat ulusal eğitim literatüründe, öğretmenlerin öğrencilerine bilimin doğasını öğretmelerine yönelik tasarlanan doğrudan öğretim etkinliklerinin yer almaması, bu çalışmanın yapılmasını teşvik etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları literatüre, doğrudan bilimin doğası öğretim yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası kavramları üzerindeki gelişimiyle ilgili olarak yeni bilgiler ilave edecektir. Öğrencilerin bilimin doğası kavramları kısmen bilimin doğasının yerleştirildiği fen konu alanına bağlıdır (Brickhouse vd., 2000; Ryder vd., 1999). Bu çalışmada bilimin doğasının doğrudan öğretimi, fen konu alanıyla birleştirilmeden yapılmıştır. Bu nedenle literatürde tartışmalı bir konu olan; “bilimin doğası öğrencilere en iyi fen konu alanı bağlamında öğretilir” görüşü bu çalışmayla aydınlığa kavuşacaktır. Eğer bu çalışmada izlenen birleştirilmemiş ve doğrudan-yansıtıcı öğretim yaklaşımı, öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını geliştirirse bu görüş mevcut araştırmayla destek bulmuş olacaktır. Bunun tersi olması durumunda ise bilimin doğasının öğretiminde birleştirilmemiş-doğrudan öğretim yaklaşımının etkili olamayacağı sonucuna varılacaktır.

1.5. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası

Fen eğitimi ve öğretimiyle ilgili birçok çalışmada atıf alan ve uluslar arası toplumca dikkate alınan birçok fen eğitimi dokümanında, bilimin doğasının unsurları üzerinde yoğun bir tartışma vardır. Benchmarks for Scientific Literacy Benchmarks (BFSL) (AAAS, 1993) dokümanının birinci ve National Science Education Standards (NSES) (NRC, 1996) dokümanının ise altıncı bölümlerinde bilimin doğasının ne anlam taşıdığı, niçin önemli olduğu ve ne şekilde öğretilebileceğine yönelik önemli açıklamalar yapılmıştır. Bununla birlikte, fen bilimleri eğitimiyle ilgili literatürdeki araştırmaların konularına bakıldığında; özellikle de 1960’lı yıllardan sonraki çalışmaların, bilimin ve bilimsel araştırmanın doğası üzerinde yoğunlaştığı belirtilebilir. Bu araştırma sonuçları, bir kişinin bilimsel bilgiyi elde etmek konusunda sahip olduğu değerler ve varsayımlar ile bilimsel bilginin doğası hakkındaki inançları arasında doğrudan ilişkili olduğunu ileri sürmektedir. Bir öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip olduğu inançlar; bilimsel tutum ve yöntemle ilgili davranışlarını ve hatta fen konu alanını da etkilemektedir (Govett, 2001).

Literatürde en fazla atıf alan konu “bilimin doğası” olarak bilinmektedir. BFSL raporunda, öğretmen ve öğrencilerin bilimin gerçek doğasını anlamadıkları belirtilmektedir. Bu dokümanda; fiziksel dünyayla ilgili fikir ve kavramların nasıl değiştiği ve geliştiği ile gözlem, düşünme, deney ve ispatın bu süreçteki rolü kapsamlı olarak açıklanmaktadır. Bu süreç, bilimin temel unsuru olarak kabul edilmekte ve bilimsel bilginin diğer bilgi türlerinden nasıl farklılaştığını ifade etmektedir.

BFSL içinde, “bilimin sürekli değiştiği” başlıklı bir konu vardır. BFSL raporunu hazırlayan araştırmacılar bilimsel bilginin temel yapısının sabit olduğunu ve sınırlarının da zaman içinde genişleyip doğrulandıkça büyüdüğünü ileri sürmektedir. Bir başka deyişle, fiziksel dünyanın her tarafında mantıklı olan mutlak doğal yasalar vardır. Bilginin, dünyanın bir parçasının araştırılarak üretildiği inancı kabul edilmesine rağmen, doğru olan tek parça zamandır. Buna örnek olarak şu verilebilir: “şimdiye kadar ışık parçacıklarının ışık hızında hareket ettiği bilinmekteyken, iki fizikçi; bazı “yıldız maddeleri” veya kozmik maddelerin farklı hızlarda hareket ettiklerini bulmuştur (Govett, 2001). Bu teori Einstein’ın teorisi ile doğrudan çelişmektedir. Bundan dolayı, bilimin doğasının temel unsurları - bilimin sürekli sorgulanması gerektiği; bilimin kesin olmadığı; bilime açık-fikirli olarak tepkide bulunulması gerektiği – üzerinde daha fazla çaba harcanmalıdır.

BFSL, bilimsel girişimin başarılı olmasının, matematik ve teknolojinin birleşmesine bağlı olduğunu savunur. Bu insan çabalarının kendi başına bir özelliği ve tarihi olmasına rağmen, her biri, diğerine bağlı olup, onu pekiştirir. Birçok araştırmacı, bilimsel çalışmanın zihinsel ve sosyal bir girişim olduğu görüşünü benimsemektedir. Yani, bilim aslında insan zekâsının, dünyanın nasıl işlediğinin açıklanmasına uygulanmasıdır. Bilim insanların işlerini nasıl yaptıklarının, bilimsel sonuçlara nasıl ulaştıklarının ve bu sonuçların sınırlılıklarının bilinmesi durumunda, insanların daha iyi kararlar verecekleri, bilimsel iddialara daha düşünceli olarak tepkide bulunacakları ve bilimin gerçek doğası hakkında daha iyi bilgi kazanacakları belirtilmektedir (Govett, 2001).

Bilimin doğasının bir başka boyutu, bilimsel okuryazarlıktır. BFSL dokümanında, sadece bilimsel alandaki önemli gelişmeleri değil, bilginin yıllar boyunca toplanmasıyla ortaya çıkan bilim ve teknolojinin gelişmesini açıklayan tarihsel bakış açısını içeren bir bölüm vardır. Fen öğretimi, fenle ilgili bir bilgi birikimini içeren bilimsel yasaların, kavramların ve teorilerin basit bir icadı olarak öğretilmesi şeklinde yürütülürse etkili

olmaz. Bu yolla fen öğretimi, bilimin ve teknolojinin gelişimi arasındaki ilişkinin öğrenilmesine bir katkı sağlamaz (Govett, 2001).

Bilimin doğasının tanımı hakkında eğitimciler ve araştırmacılar arasında bir fikir birliği yoktur. Buna rağmen, US eğitim reformu dokümanları ve daha önceki fen eğitim araştırmaları, bilimin doğasıyla ilgili aşağıda sıralanan unsurların K-12 fen öğrencileri için kolayca ulaşılabilir ve önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Lederman, 1999):

- 1) Bilimsel bilgi kesin değildir (değişebilir)
- 2) Bilimsel bilgi, deneyseldir (doğal dünyayla ilgili gözlemlere bağlıdır ve/veya onlardan ortaya çıkmaktadır)
- 3) Bilimsel bilgi öznelidir (teori yüküdür)
- 4) İnsan çıkarımı hayâl gücünü ve yaratıcılık ise açıklamalardaki niyeti içerir.
- 5) Bilimsel bilgi gözlemlerin ve çıkarımların birleşimini içerir
- 6) Bilimsel bilgi, sosyal ve kültürel olarak kurulmuştur.

Bunlara ilâve edilen bir başka unsur ise, reform dokümanlarında değinilmeyen; fakat gözlemlerin ve çıkarımların anlaşılmasıyla yakından ilgili olan, bilimsel teori ve yasaların işlevi ve aralarındaki ilişkidir.

Tablo 1. Bilimin doğasının unsurlarının tanıtılması

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 kabul edilmeyebilir.
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 ulaşamaları 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 hayâlciliğine ve yaratıcılığa bağlıdır.	Bilim insanları zihinlerini ve hayâllerini açıklamalar icat etmek için kullanır. Buna karşın, bilim insanlarının hayâl 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 hayâlcilik 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 öznedir.	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 delillerle 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 (Abd-El-Khalick vd., 1998).

Tablo 2. Bu çalışmada vurgulanan bilimin doğası unsurları ile fen eğitimi reform dokümanlarında ilköğretim öğrencileri için vurgulanan unsurlar arasındaki ilişki

Bu çalışma	Benchmarks For Science Literacy (AAAS, 1993)	National Science Education Standards (NRC, 1996)
Bilimsel bilgi kesin değildir (değişebilir)	“Eğer yeni bilgiler kabul edilen teorilerle çelişirse bilimsel bilgiler yeniden düzenlenebilir ve yeni bir yolda daha önceki gözlemleri araştırmak için yeni bir teori ortaya çıkar” (1A:6–8,#4,s.11)	“Bilim insanları doğayla ilgili fikirlerini, mevcut açıklamalarına uygun düşmeyen yeni bir deneysel veri ile karşılaştıklarında değiştirir.” (İçerik Standardı G: 5 – 8, bilimin doğası, #1, s. 171)
Bilimsel bilgi deneyseldir (doğal dünyayla ilgili gözlemlere bağlıdır ve/veya onlardan ortaya çıkar)	“Bilim insanları bildikleri bir şeyin nasıl işlediğiyle ilgili iddialara, bu iddialar akla uygun tartışmalarla doğrulanan delillerle desteklenmedikçe fazla dikkat etmezler.” (1B: 3 – 5, #4, s. 11)	“Bilim insanları doğayla ilgili açıklamalarını, gözlemleri, deneyleri ve matematiksel modelleri kullanarak formüle eder ve test eder... Bilimdeki birçok büyük fikir için, deneysel ve gözlemsel ispatlama vardır.” (İçerik standardı G: 5 – 8, bilimin doğası, #1, s. 171)
Bilimsel bilgi kısmen insan hayâlciliğinin ve yaratıcılığının ürünüdür (teorilerin, açıklamaların, modellerin vs. icat edilmesini içerir)	“Bilimsel araştırmalar genellikle, hipotezleri ve açıklamaları tasarlamada, toplanan verilerden anlam çıkarmak için ilgili delilleri toplamayı, mantıklı muhakemenin ve hayâl gücünün kullanılmasını içerir.” (1B: 6 – 8, #1, s. 12)	“Bilim çoğunlukla bir insan çabasıdır ve bilimsel çalışma, akıl yürütme, anlayış, enerji, beceri ve yaratıcılık gibi temel insani niteliklere dayanmaktadır” (İçerik standardı G: 5 – 8, bir insan çabası olarak bilim, #2, s. 170)
Gözlem ve çıkarım arasında fark: gözlemlere duyularla veya duyuların genişlemesiyle erişilebilirken çıkarımlara bu şekilde ulaşılmaz. Çıkarımlar mantıklı ve dayandıkları gözlemlerle tutarlı olmalıdır.	“Bilim insanlarının dünyada ne olduğuyla ilgili açıklamaları, kısmen gözledikleri ve düşündükleri şeylerden ortaya çıkar.” (1B: 3 – 5, #3, s. 11) (ayrıca üste bakınız: 1B: 6 – 8, #1, s. 12.)	(Üste bakınız: İçerik standardı G: 5 – 8, bir insan çabası olarak bilim, #2, s. 170)

Tablo 2, BFSL (AAAS, 1993) ve NSES (NRC, 1996) dokümanlarında 6–8 ve 5–8. sınıf seviyelerindeki öğrencilerin bilimin doğasının unsurları hakkındaki anlamalarıyla ilgili vurgulanan ve kazanmaları beklenen unsurları ifade etmektedir. Bu tez çalışmasında, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ulaşabileceği bilimin doğası unsurlarından dördü adapte edilmiş ve vurgulanmıştır. Bunlar; bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, yaratıcı ve hayâlcî doğası ile gözlem ve çıkarım arasındaki farkı içermektedir.

1.6. Bilimin Doğasının Öğretilmesiyle İlgili Yaklaşımlar

Bütün öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramları geliştirmek için uygulanan yaklaşımları; (i) tarihsel, (ii) dolaylı, (iii) doğrudan ve yansıtıcı olmak üzere üç bölümde incelemek mümkündür.

1.6.1. Tarihsel Yaklaşım

Tarihsel yaklaşım, bilim tarihi ile fen öğretimini birleştirmenin öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları görüşleri kuvvetlendirebileceğini ileri sürmektedir. Liseler için Bilimsel Örnek Olaylarının Tarihi (History of Science Cases for High Schools) (HOSC) (Klopfer ve Watson, 1957) ve Harvard Fizik Projesi (The Harvard Project Physics) (HPP) course (Rutherford vd., 1970) bu yaklaşımı kullanmış olan iki program olarak bilinmektedir. Solomon ve meslektaşları (1992) tarafından yürütülen ve tarihsel yaklaşımın kullanıldığı bir çalışmada, fennin bilim tarihi boyunca öğrenilmesinin öğrencilerin hem bilimsel fikirlerin kesin olmayan doğası hakkındaki görüşlerini hem de bu fikirlerin geliştirildikleri sosyal ve kültürel bağlamlarla ilişkisini etkileyebileceği ortaya koyulmuştur. Solomon ve meslektaşlarının yaptığı bu çalışmada, yaşları 11 ile 14 arasında değişen 94 öğrenci, tarihsel boyutu olan ve içinde bilimsel teorilerin gelişimini keşfettikleri fenle ilgili altı üniteyi incelemiştir. Bu üniteler kapsamında öğrenciler bazı bilim insanlarının çalışmalarından sonra kurdukları modellerle ilgili basit deneyler tasarlamıştır. Bu çalışma sonucunda, katılımcıların bilim insanı imajları ve bilim insanlarının neden farklı teorilere sahip olduklarıyla ilgili görüşlerinde bir farklılık olmamıştır. Bu çalışmadan sonra, öğrencilerin çoğunluğu, deneylerin amacının buluş yapmaktan çok açıklama

retmek olduğuna, bilim insanların bir deney tasarladıda ne beklediklerini bildiğine ve teorilerin gerçeklerle aynı olmadıda inanmaya başlamıştır. Buna rağmen, araştırmacılar ortaya konulan gelişmelerin katılımcı öğretmenlerin isteğine ve öğrencilerine sağladıda ekstra sınıf yardımıyla ilgili yan etkiye bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bununla birlikte, tarihsel bağlamlarda katılımcıların görüşlerinden hoşnut olmadıklarını açıklamışlardır. Çünkü, ğrenciler geçmiş fikirlere empati göstermemiş ve eski teorileri yanlış bilgi eşitleri olarak reddetmiştir. Birçok ğrenci, belli bir bilim insanı rolünü oynamanın, özellikle de onun yanlış olduğunu bildiklerinde çok zor olduğunu söylemiştir. Öğrenciler, bilim insanlarını belli fikirleri geliştirmeye ve kararlar vermeye yönelten sosyal durumlara ve ağdaş düşüncelere değer vermekte başarısız olmuştur. Tarihsel yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkinliğini destekleyen yeterli veri yoktur. HOSC'un ve HPP kursunun öğrencilerin bilimin doğasını anlamaları üzerindeki etkisinin değerlendirildiği Klopfer ve Cooley (1963) ile Welch ve Walberg (1972) tarafından yürütülen iki geniş kapsamlı çalışmada tarihsel yaklaşımın etkili olmadıda ileri süren çelişkili ifadeler yer almaktadır.

1.6.2. Dolaylı (Implicit) Yaklaşım

Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimle uğraşarak bilimin doğasını anlayacaklarını ileri sürer. Öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını kuvvetlendirmek için araştırmaya dayalı etkinliklerin ve fen süreç becerilerine dayalı bir öğretimin, öğrencilere bilimin doğasının öğretilmesi için yeterli olduğunu savunur. 1960 ve 1970'li yıllarda geliştirilen fiziksel bilimler çalışması programı (the Physical Science Study Curriculum) (PSSC) ve biyoloji bilimleri program çalışması (the Biological Sciences Curriculum Study) (BSCS) gibi programlarda bu türden bir yaklaşım kullanılmıştır. Fakat dolaylı yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası hakkında doğru görüşler kazanmalarında çok fazla etkili olmadıda birçok araştırmada ortaya çıkmıştır. Crumb (1965) ve Trent (1965), araştırmaya dayalı PSSC programının, öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini kuvvetlendirmekte geleneksel kitap-merkezli programdan daha etkili olmadıda ileri belirtmiştir. Jungwirth (1970), 25 okuldan 693 tane 10. sınıf öğrencisini BSCS Yellow Version kullanarak okutmuş ve sonuçlarını TOUS ve process of science test (BSCS, 1962) ile ölçüp karşılaştırmıştır. Buna göre, deney grubundaki öğrenciler, daha fazla geleneksel lise

biyoloji programında okuyan yedi okuldan 215 öğrenciden oluşan kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde iyi notlar almamıştır.

Meichtry (1992), BSCS programının orta öğretim öğrencilerinin bilimin doğasının gelişimci, test edilebilir, yaratıcı ve birleştirici doğasını anlamaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Örneklemi, BSCS kursunun kullanıldığı iki ortaöğretimde okuyan 6-8. sınıflardan 1004 deney ve daha geleneksel bir biyoloji kursunun kullanıldığı 603 tane de kontrol grubundan oluşmaktadır. Değiştirilmiş bilimsel bilginin doğası ölçeği (Modified Nature of Scientific Knowledge Scale) (MNSKS) ile sonuçları ölçtüğünde, deney grubundaki katılımcıların bilimin gelişimci ve test edilebilir doğası kavramlarının, kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde arttığı ortaya çıkmıştır.

Bu türden yüzeysel ve etkinliği doğrulanamayan delillere rağmen, dolaylı yaklaşım, hâlâ, destek bulmaktadır. Bu yaklaşımı savunanlar, araştırma etkinliklerine katılmanın otomatik olarak öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarını geliştireceğine inanmaktadır (McComas, 1996; Moss vd., 1998). Moss ve meslektaşları (1998) yaptıkları bir çalışmada dolaylı yaklaşımı kullanmıştır. Moss ve meslektaşları, bir yıllık bir çevre fen sınıfının, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu kurs boyunca, öğrenciler, bilim insanlarıyla birlikte çalışarak, kendilerini bilim yapmaya teşvik eden araştırma projelerine katılmıştır. Okul dönemi boyunca bir grup katılımcıyla yürütülen bireysel mülâkatlar, bilimin doğası görüşlerinde anlamlı bir değişim ortaya koymamıştır. Moss ve meslektaşları (1998), 1960 ve 1970’lerde yapılan araştırmalarda doğrulanan bilinen bir sonuca varmıştır. Bu sonuç; “öğrencileri sadece bilimle ilgili projelere katmakla, bilimin doğası hakkında yeterli bir bilgi kazanamazlar” (s. 24).

Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin düşüncelerini kuvvetlendirmede dolaylı yaklaşımın başarısız olmasının, bu yaklaşımın altında yatan varsayımdan kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu varsayım; “bilimle ilgili araştırma etkinliklerine veya bilimsel süreç becerilerine dayalı etkinliklere katılan öğrencilerin, bilimin doğası hakkındaki doğru kavramları bir yan ürün ve otomatik olarak kazanacaklarını” ileri sürmektedir. Abd-El-Khalick ve Lederman (2000) bu varsayımın, bilimin doğasının öğrenilmesini duyuşsal bir öğrenme ürünü olarak kabul eden bazı fen eğitimcilerinin sahip olduğu fikre bağlamaktadır. Bunun bir alternatifi olarak, bilimin doğasının öğrenilmesinin bilişsel bir öğrenme ürünü olarak düşünülmesi ve düzenli olarak yürütülen fen etkinlikleri boyunca özümlemesi beklemek yerine doğrudan öğretilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

1.6.3. Doğrudan ve Yansıtıcı (The explicit and reflective) Yaklaşım:

Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirmenin amacının; “bir yan etki veya ikincil ürün olmaktan ziyade plânlanması gerektiğini” savunur. Fen öğretmenlerinin sahip oldukları bilimin doğası kavramlarını geliştirme bağlamında doğrudan yaklaşımın etkili olduğunu savunan bazı araştırmacılar, bilimin doğasının farklı unsurlarına yönelik düzenlenen özel öğretim yollarını kullanmıştır (Billeh ve Hasan, 1975). Hâlbuki diğer eğitimciler, bu türden bir öğretime bilim felsefesi ve tarihinden bazı unsurlar ilave ederek zenginleştirmiştir (Ogunniyi, 1983). En son olarak, doğrudan yaklaşımda yansıtıcı unsurlara öncelik verilmiştir. Abd-El-Khalick (2001), Abd-El-Khalick ve meslektaşları (1998) ile Akerson ve meslektaşları (2000), öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerini desteklemek için doğrudan ve yansıtıcı etkinlik-tabanlı öğretimi kullanmıştır (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bu son çalışmalarda, öğretmenlere ilk olarak bilimin doğasının belli unsurları doğrudan tanıtılmış ve sonra kendilerine çoklu yapılandırılmış fırsatlar sunulmuştur. Bunun amacı; katıldıkları fen-merkezli etkinlikler bağlamında, bunlar üzerinde veya bilimin doğasının temel unsurlarını öğrenmelerine yardım etmek ve tutarlı bilimin doğası kavramlarını geliştirmeleri için fen konu alanı hakkında yansıtılarda bulunmalarını sağlamaktır.

Fakat, küçük yaştaki öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmek için çok az doğrudan ve yansıtıcı girişimde bulunulmuştur. Carey ve meslektaşları (1989), 76 yedinci sınıf öğrencisinin bilimsel bilgi ve araştırma hakkındaki görüşlerini, üç haftalık bilimin doğası öğretimi ünitesinden sonra incelemiştir. Bu çalışmada incelenen etkinliklerde yapılandırılmış yansıtıcı fırsatlar sunulması ön plâna çıkmıştır. Örneğin, öğrenciler farklı türdeki hayvanların görüntüleri incelemiş, bunları değişik kategorilere koymuştur. Bu etkinlik sonrasında, ders öğretmeni insanların açıklamasına dayanan bir ürün olarak sınıflandırma sistemine odaklanmaları için bir tartışma başlatmıştır. Bunun yanında öğrenciler ayrıca hipotez kurdukları ve delillere bağlı olarak geçerliklerini kontrol ettikleri kara kutu etkinliklerine katılmıştır. Bu türden etkinlikler, yaptıkları ile bilim insanlarının işleri arasındaki benzerlikleri fark etmelerine rehberlik etmiştir. Bu çalışma kapsamında ünitenin başında ve sonunda 27 öğrenci ile rastgele mülâkat yapılmıştır. Carey ve meslektaşları, öğrencilerin bilimin doğası görüşlerindeki kazanımları rapor etmiştir. Yapılan öğretimden sonra, birçok öğrenci, incelemeye rehberlik eden özel fikirleri ve soruları ve deneylerin fikirleri keşfetmekten ziyade test etmeyi amaçladığını anlamıştır.

Buradan hareketle, doğrudan ve yansıtıcı bir yaklaşım öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini büyük ölçüde değiştirdiğini belirten deliller ileri sürmüştür. Bu delil, yine de, fen öğretmenleriyle yürütülen araştırmadan ortaya çıkmıştır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Akerson vd., 2000; Shapiro, 1996). Bu nedenle, doğrudan ve yansıtıcı yaklaşımın küçük yaştaki öğrencilerin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkilerini incelemek için daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır.

Literatür incelendiğinde, doğrudan yaklaşımın, fen öğretmenlerinin bilimsel çabayı anlamalarını ilerletmekte dolaylı yaklaşımdan açıkça daha etkili olduğu görülmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Buna rağmen, bu yaklaşımın fen bilgisi öğretmenin ve ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerine ne ölçüde etki yapacağıyla ilgili bir çalışma yoktur. Bu problem mevcut çalışmanın konusudur.

1.7. Bilimin Doğasıyla İlgili Literatürün İncelenmesi

Bilimin doğasıyla ilgili literatürde yer alan araştırmalar dört farklı çizgide yapılmıştır (Lederman, 1992): a) öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramların belirlenmesi; b) öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları geliştirmek için programların tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi; c) öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramların belirlenmesi ve bu kavramların geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar d) öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlar ile sınıf uygulamaları ve öğrencilerin sahip oldukları bilimin doğası kavramları arasındaki ilişkilerin açıklanması (s.332). Bu bölümde yapılan literatür taraması; (i) bilimin doğasıyla ilgili yapılan araştırmaların gelişimini izlemeyi, (ii) öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları geliştirmek için en son yapılan çalışmaların etkililiğinin analiz edilmesini ve (iii) bu çalışmalarda benimsenen esas yaklaşımların tanımlanmasını amaçlamaktadır.

1.7.1. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi

Moss ve meslektaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, kolej öncesi öğrencilerinin bilimin doğasını anlama seviyeleri ile bunların bir yıllık akademik kurs boyunca nasıl değiştiği incelenmiştir. Öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları bilgiler, bilimin doğasıyla ilgili bir model hazırlanarak belirlenmiştir. Hem bilimsel bilginin hem de bilimsel çalışmaların doğasını açıklayan bu model sekiz prensibi içermektedir. Bu çalışmanın bulgularından; katılımcıların, modelde belirtilen dayanak noktalarının yaklaşık yarısı için bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili bilgilerinin bilimsel çalışmalarla ilgili olanlardan daha kuvvetli olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat, araştırmacılar, öğrencilerin projeye ve basit deneylere dayalı kursa katılmalarına rağmen bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları ön kavramların yıl boyunca büyük ölçüde değişmediğini tespit edilmiştir.

Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002), farklı bilimin doğası öğretim yaklaşımlarının bilimin doğasının öğretime etkisini açıklamak için araştırmaya dayalı ve bilimin doğası etkinliklerini kullanmıştır. Örnekleme, ilk araştırmacının fen derslerini yürüttüğü özel bir okulun iki farklı altıncı sınıfında okuyan toplam 62 öğrenciden oluşmuştur. Bu çalışma iki ay sürmüştür. Her iki sınıftaki katılımcıların fen konuları, öğrencilerin öğretmen tarafından verilen bir problem durumuyla karşı karşıya bırakıldığı ve problemin çözümü için veri toplamak amacıyla işleyen bir yöntem ileri sürmek için rehberlik edildiği rehberli araştırma etkinlikleri kullanılarak okutulmuştur. Her iki öğrenci grubu (dolaylı ve doğrudan) arasındaki tek fark, uygulanan etkinliklerden sonra, bilimin doğasının hedeflenen unsurları hakkında doğrudan yansıtıcı tartışmaların yapıp yapılmamasıdır. Bu çalışmada bilimin doğasının dört unsuru vurgulanmıştır. Bunlar; bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı ve çıkarıma dayalı doğası olarak açıklanmıştır. Bu çalışmada araştırma etkinlikleri, tartışmalar ve bilimin doğası etkinlikleri, bilimin doğasının öğretimi için kullanılmıştır. Bu çalışmada araştırma/bilimin doğası etkinlikleri okutulan fen konu alanını içerdiğinden dolayı, bilimin doğasının öğretimi birleştirilmiş (integrated) olarak isimlendirilebilir. Bazı derslerin içine bilimin doğasının unsurları dağıtılmış ve fen konu alanının bir parçası olan (yanma) araştırmaya dayalı etkinliklerle bağlantılı olarak tartışılmıştır. Bazı derslerde ise, bilimin doğası, bir bilimin doğası etkinliğiyle – Gerçek

Fosiller, Gerçek Bilim - birlikte öğretilmiş ve daha sonra öğretimi yapılan fen konularıyla –fosiller- arasında ilişki kurulmuştur. Her iki gruptaki katılımcıların bilimin doğası hakkındaki bilgileri araştırmacılarca içerik geçerliğine karar verilen altı maddelik açık-uçlu bir anket kullanılarak ön-son test yöntemiyle belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, ön testte her iki gruptaki katılımcıların çoğunun bilimin doğasının incelenen unsurları hakkında zayıf görüşlere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Fakat, öğretimden sonra, dolaylı öğretim yapılan gruptaki katılımcıların görüşlerinin öğretimden önceki görüşlerle karşılaştırıldığında dikkati çeken bir değişim ortaya çıkmazken, doğrudan öğretim yapılan gruptaki katılımcıların % 52'sinin bilimin doğasının incelenen unsurları hakkında daha yeterli bilgilere sahip oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen araştırma verileri ayrıca, doğrudan öğretim yapılan gruptaki öğrencilerin, dinazorlarla ilgili soruya verdikleri cevaplarda, atomun yapısıyla ilgili soruyla karşılaştırıldığında daha yeterli görüşler ortaya koydukları belirlenmiştir. Bu çalışmanın verileri, öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmeleri ile doğrudan öğretim yaklaşımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan doğrudan yaklaşım, öğrencilerin % 50'sinden daha azının fikirlerini etkilemiştir.

Sandoval ve Morrison (2003) yaptıkları bir çalışmada, öğrencilerin, evrim ve doğal seleksiyon konusuyla ilgili teknoloji-destekli dört haftalık bir ünite boyunca araştırma yapmasının, bilimin doğası hakkındaki inançları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada bilimin doğasıyla ilgili mülâkat soruları kullanılarak araştırmadan önce ve sonra olmak üzere iki defa ve sekizer öğrenciyle mülâkatlar yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda; öğrencilerin bilimi “doğayla ilgili kesin doğru olan cevapların araştırılma yöntemi” olarak düşündükleri belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin mülâkat sorularına verdikleri cevaplarda ortaya çıkan yetersizlik; kalıcı ve tutarlı bilgilere sahip olmadıklarını ifade etmektedir. Bu kurs süresince öğrencilerin bilimle ilgili açıkladıkları görüşlerin sabit kaldığı ve değişmediği belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar ayrıca, öğrencilerin evrim ve doğal seleksiyon konularının işlenişi esnasında sınıf içi tartışmalara katılmaları ile bilim hakkında epistemolojik olarak konuşabilmek için var olan yetenekleri arasında önemli farkların olduğunu ileri sürmüştür. Bu araştırma sonuçlarına dayalı olarak araştırmacılar, öğrencilerin bilimle ilgili anlamalarının geliştirilmesinde doğrudan yaklaşımın önemi üzerinde tartışmışlardır.

Kang ve meslektaşları (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geniş kapsamlı bir anket yardımıyla incelenmiştir. Verilerin toplanmasında çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir anket kullanılmıştır. Bu anket, Koreli 1702 tane 6. 8. ve 10 sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Bu anket, öğrencilerin bilimin doğasının beş unsuruyla ilgili görüşlerinin incelendiği toplam beş maddeden oluşmuştur. Bunlar; bilimin amacı, bilimsel teorinin tanımı, modellerin doğası, bilimsel teorilerin kesin olmaması ve bilimsel teorilerin kökenidir. Bu çalışmada her bir maddeden sonra öğrencilere açık uçlu bir soru sorularak tercihleriyle ilgili açıklama yapmaları istenmiştir. Bu yolla, ilave verilerin toplanması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, Koreli öğrencilerin çoğunun bilimin doğasıyla ilgili bütüncül/deneyselsel bir görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte; 6., 8. ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Irwin (2000), tarihsel bakış açısının bilimin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde nasıl kullanılacağını incelemiştir. Bu çalışmada, atom ve periyodik tablonun ortaya çıkarılmasının bir dizi tarihsel olaya konu olduğunu ve bilimsel bilginin ortaya çıkarılmasında insan yaratıcılığının ve hayâl gücünün etkisini açık bir şekilde sergilediğini kabul ederek öğrencilerin atom teorisinin gelişimini izleyerek bilimin doğasını anlayabileceklerini kabul etmiştir. Irwin (2000), aynı yetenek ve bilimsel bilgi seviyesine sahip olan 14 yaş grubundaki iki farklı öğrenci grubuyla birlikte çalışmıştır. İlk gruptaki öğrencilere atom ve periyodik tablo konusunu tarihsel materyaller kullanarak verirken, ikinci gruptaki öğrencilere ise aynı konuyu tarihsel olaylara atıfta bulunmaksızın özdeş bilimsel içerikte vermiştir. Her iki grubun bilimin doğasını ve konu alanını anlama seviyeleri, ön-son test yöntemiyle ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda, her iki gruptaki öğrenciler arasında fen içeriğini anlamak bağlamında bir fark ortaya çıkmazken, tarihsel materyallerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmek bağlamında üç önemli sonuç ortaya çıkmıştır: (i) bilimsel bilginin nasıl geliştiği hakkında önemli bilgiler kazanmışlardır. Bir atomun kökeninin, filozofların bazı şaşırtıcı olayları açıklamak için kullandıkları bir model olduğunun farkına varmışlardır. Dalton'un verilerinin eksik olmasına rağmen, bu eksik verilere bağlı olarak bir teori ileri sürmede hayâl gücü ve yaratıcılığını takdir etmişlerdir. (ii) Bilimsel bilginin prensiplerin ve olguların statik bir toplamı olmadığını fark etmişlerdir. Bütün bilimsel bilgilerin sorgulanmaya açık olduğunu ve bazı bilgilerin diğerlerinden daha fazla tartışılabilir olduğunu anlamışlardır. (iii) Bilimsel bilgilerde gelecekte meydana gelebilecek ilerlemelerin teknoloji ve deneylerdeki

ilerlemelere bağılı olduğunu düşünmeye başlamışlardır. Bu çalışmada özetle, bilimin doğasının tarihsel bakış açısıyla öğretilmesinin öğrencilerin konu alanını anlamalarına pek fazla etki etmediği; fakat bilimin doğasının öğrenilmesi için etkili olduğu sonucuna varılabilir.

Khishfe (2004), bilimin doğasının doğrudan öğretilmesini içeren iki farklı öğretim yaklaşımının (birleştirilmiş ve birleştirilmemiş) öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmeleri üzerindeki etkisi inceleyerek karşılaştırmıştır. Bu çalışmaya 3 öğretmen ile 89 u dokuzuncu ve 40'ı on ve on birinci sınıf seviyelerinde okuyan toplam altı farklı öğrenci grubu katılmıştır. Her bir öğretmen aynı sınıf seviyesinden iki farklı öğrenci grubunu özel bir fen alanında (çevre bilimi, kimya veya biyoloji) okutmuştur. Bu çalışmaların her biri 5–6 hafta devam etmiştir. Her bir uygulama için, fen konu alanı ile bilimin doğasını birleştiren bir fen ünitesi seçilmiştir. İki farklı öğrenci grubuna, fen konu alanıyla ilgili olarak aynı öğretmen, bilimin doğasının öğretildiği bağlam farklı olmak koşuluyla (birleştirilmiş ve birleştirilmemiş) ders vermiştir. Birleştirilmiş grupta, bilimin doğasının öğretimi, üniteye açıklanan fen içeriği ile ilgiliyken, birleştirilmemiş grupta ise, bilimin doğası içeriğe gömülü olmayan ve bilimin doğasını açıklayan bir dizi genel etkinlikle okutulmuştur. Bu etkinlikler, üniteye açıklanan fen içeriği içine dağıtılmıştır. Katılımcı öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki ilk ve son görüşlerini değerlendirmek için yarı yapılandırılmış mülâkatlarla birlikte açık uçlu bir anket kullanılmıştır. Verilerin analizinde, analitik tümevarımla tutarlı olacak şekilde sistematik bir yöntem kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, katılımcıların bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin bilimin doğasının fen konu alanıyla birleştirilmiş olsun veya olmasın genel olarak geliştiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, bilimin doğasının fen konu alanı bağlamıyla birleştirilmesinin bilimin doğasının öğrenilmesini daha fazla güçlendireceği varsayımı desteklenmemiştir. Fakat elde edilen sonuçlar, öğrencilerin görüşlerindeki değişimin şekli ile (zayıftan değişkene, değişkenden yeterliye, zayıftan yeterliye, değişiklik yok, gerileme) ile bilimin doğasını öğretmeye yönelik doğrudan öğretim yaklaşımı (birleştirilmiş veya birleştirilmemiş) arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmadan özetle, bilimin doğasının öğrencilerce öğrenilmesinin bağlama bağılı olamayacağını sonucuna ulaşılmıştır.

Meichtry (1992), BSCS tarafından 1990 yılında geliştirilen “ilk-yıl alan testi ortaokul fen programının” 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimin gelişimci, test edilebilir, yaratıcı ve birleştirilmiş doğasını anlama seviyelerini incelemiştir. Bu araştırmada deney grubu, bir

ortaokulda BSCS kursunu alan 1004 öğrenciden ve kontrol grubu ise; başka bir ortaokulda normal biyoloji kursunu alan 603 öğrenciden oluşmuştur. Her iki gruptaki öğrencilerin bilimin doğasını anlama seviyelerini ölçmek ve karşılaştırmak için, ilk defa Rubba (1977) tarafından hazırlanan ve sonra yeniden düzenlenen “bilimsel bilginin doğası ölçeği” (MNSKS) kullanılmıştır. Bu ölçek, toplam yirmi altı hafta süren öğretim sürecinden önce ve sonra ön ve son test şeklinde örneklem uygulanmıştır. Bu araştırmada ortaya çıkan sonuçlar, gruplar arasında dört farklı alt ölçek için veya toplam puanlar açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Fakat BSCS programıyla öğretim yapılan öğrencilerin bilimin doğasının gelişimci ve test edilebilir doğasını anlamaları büyük ölçüde artmıştır. Normal fen programıyla öğretim yapılan öğrenciler ise, bilimin test edilebilir doğasıyla ilgili daha anlamlı kazançlar elde etmiştir. Meichtry, ulaşılan bu sonuçları, program boyunca sergilenen bilimin doğasının derecesine ve tutarlığına bağlamıştır. Meichtry, öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanmalarını gerektiren birçok deney tasarlamış olsalar bile, ne yazılı metinlerin ne de öğretmenin öğrencilerini, bunun bilim insanlarının bilimsel bilgi üretmede bilim insanları tarafından kullanılan bir yöntem olduğu hakkında, doğrudan bilgilendirmedeğini belirtmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin öğrendiği konu alanları ve kullandıkları yöntemler öğretmen veya program tarafından, bilimin doğasının dört unsuruyla ilişki kurulmazsa, öğrencilerin bu bağlantıları kendiliğinden kuramayacakları sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, öğrencilerin yalnızca fen etkinliklerine katılarak bilimin doğası hakkında daha iyi bilgiler kazanmalarının mümkün olmadığını belirtir. Bu nedenle, Meichtry, “bilimin doğasının unsurlarının tümünün öğretilen programın içeriği ve öğretmenler tarafından kullanılan öğretim yöntemi tarafından doğrudan temsil edilmesi gerektiğini” ileri sürmüştür.

Klopfer ve Cooley (1963), lise öğrencileri için fenle ilgili örnek olayların tarihi (HOSC) programının, öğrencilerin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Yazarlarca geliştirilen bu program bir dizi örnek olayı içerir. Her bir örnek olay içinde, tarihsel bir hikâye, bilim insanlarının orijinal yazılarından alıntılar ve öğrenci deneyleri ve alıştırmaları vardır. HOSC, öğrencileri tarihsel hikâyeler hakkında yansıtmalarda bulunmaya teşvik etmiştir. Tarihsel hikâyelerde; öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarını düşünmelerini sağlayan sıra dışı notlar ve sorular yer almıştır. Bu çalışmada öğretmene HOSC öğretimini yapmak için bir eğitim verilmemiştir. Kendilerine yalnızca, ünite kapsamında HOSC materyalleri, öğretmen rehber kitabı ve öğretim takımları, ilâve kitap ve makaleler verilmiştir. Bu araştırmaya, sınıfları tesadüfî olarak

deney ve kontrol grubu olarak atanan 108 öğretmen katılmıştır. Bu öğretmenlere ait 53 sınıf deney grubu ve 55 sınıf ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Bu sınıflarda biyoloji, kimya ve fizik okuyan toplam 2808 öğrenci vardır. Bilimin doğası hakkında öğrencilerin ön ve son bilgilerini ölçmek TOUS kullanılmıştır. Katılımcı öğretmenlerin HOSC öğretim yöntemiyle öğretim yaptığı iki ünite, deney grubu için 5 ayda tamamlanmıştır. Araştırmacının ulaşması kolay olan ve seçilen birkaç okula sınıf ziyaretleri yapılmıştır. Bu çalışma sonunda, HOSC öğretiminin yapıldığı deney grubundaki katılımcılar TOUS ile ölçüldüğünde, testin bütününde kontrol grubundan daha anlamlı kazançlar elde etmiştir. Bu sonuçlar ayrıca karşılıklı disiplinler açısından da tutarlı çıkmıştır. TOUS analizleri, öğretim metodunun etkisine yönelik anlamlı bir sonuç ortaya koymuştur ($F=102,9$, $p<.0005$). Bu sonuç, HOSC öğretim yönteminin, lise öğrencilerinin bilimin doğasını daha fazla anlamalarını sağladığı şeklinde kabul edilmiştir.

Solomon ve meslektaşları (1992), bilim tarihiyle ilgili unsurları kullanan bir kursun, öğrencilerin bilimin doğasını anlamaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu kursta, öğretilen konu alanıyla sabit ve öğrencilerin anlaması kolay olan bilim tarihinden alıntılar ve materyaller kullanılmıştır. Bu kursta, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili eksik olduğu unsurlara vurgu yapılmıştır. Bu çalışma, farklı coğrafi bölgelerdeki üç farklı okuldan seçilen toplam beş sınıfta yürütülmüştür. Bu çalışmaya 11–14 yaşlarında olan ve kendi sınıf öğretmenleri tarafından okutulan ortaokul öğrencileri katılmıştır. Bu öğretmenler, tarihsel boyutu olan üniteleri uygulamak konusunda deneyim sahibi olmadıklarından, araştırmacılardan biri, düzenli bir şekilde öğretmenlerle birlikte çalışmıştır. Bu ünite kapsamında öğretilen konular laboratuvar uygulamalarına ilâve olarak, tarihsel bir bağlamda sunulmuştur. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki fikirleri, araştırmacılar tarafından hazırlanan dört maddelik çoktan seçmeli bir anketle ölçülmüştür. Bu anket, okulun başında ve sonunda örnekleme ön ve son test olarak uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda; öğrencilerin yaklaşık yarısının deneylerin amacıyla ilgili sahip oldukları ilk fikirlerin, keşifler yapmaktan açıklama üretmeye doğru değiştiği ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, bilim insanlarının deneylerinin sonucu hakkında beklentilere sahip olduğunu düşünen öğrencilerin sayısında bir artış olmuştur. Teorilerin gerçek olduğunu düşünen öğrencilerin sayısında ise bir azalma olmuştur. Bu öğrenciler, teorilerin fikir veya açıklamalar olduğuna inanmaktadır. Bundan başka, bilim insanların niçin farklı teorilere sahip oldukları hakkında ise öğrencilerin sahip oldukları ilk ve son fikirlerde ise önemli kabul edilmeyecek farklılıklar vardır. Solomon ve meslektaşları

(1992), bu çalışma sonucunda, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki kavramlarında ortaya çıkan ilerlemeler ile öğretmenlerin sergiledikleri çaba veya öğrencilere sağlanan ekstra yardım arasında ilişki olabileceğini ileri sürmüştür.

Brickhouse ve meslektaşları (2000), bilimin doğasını bir dönemlik astronomi kursu bağlamında 20 kolej öğrencisine öğretmek için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada bilimin doğasının doğrudan öğretimi, astronomi kursu içeriğiyle birleştirilmiş ve bilimsel bilginin kesin olmayan doğasını içeren okuma parçaları okunduktan sonra, bütün sınıfın katıldığı tartışmalardan sonra öğrencilerden bazı ödevleri hazırlamaları istenmiştir. Bu ödevlerde, öğrencilerden yerel bir gazetenin muhabiri olduklarını hayâl etmeleri istendi; onlara basın özgürlüğü verilmiş ve makaleleri için mülakat yapmayı istedikleri bilim insanlarının tepkilerini tahmin etmeleri ve buna ilâve olarak öğrencilere yeni verilerin geçerliğiyle ilgili olarak kendi görüşlerini açıklamaları istenmiştir. Bu çalışmada özellikle üç unsurun öğretimi üzerine odaklanılmıştır; a) delillerin rolü (doğrulan iddialar için kullanılan verilere ihtiyaç duyma ve araştırma, b) bilim ve din arasındaki ilişki (bilimsel ve dinî görüşleri birleştirme), c) teorilerin rolü (bilimsel ve bilimsel olmayan teoriler arasındaki fark). Kararlı-Durum Teorisi (*Steady-State Theory*) ve Büyük Patlama (*Bing-Bang*) teorisi ile ilgili verilerin tartışılması için bir sınıf oturumu yapılmıştır. Fakat delillerle ilgili tartışmalar hemen hemen bütün oturumlarda birleştirilmiştir. Bir sınıf tartışması oturumu, teorilerin doğasının tartışılması için yapılmıştır. Fakat araştırmacılar çok az bir zamanın bilim ve din üzerine harcandığını belirtmiştir. Sınıf öğretimiyle ilgili gözlem çalışmaları, araştırmacılardan biri tarafından yapılmıştır. Ödevler, öğretim ve değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır. Beş öğrenci hedef çalışma grubu olarak seçilmiş ve kendileriyle araştırmacılardan biri tarafından üç defa mülakat yapılmıştır. Bu çalışmada bilimin doğasıyla ilgili hedeflenen üç unsur hakkında öğrencilerin bilgilerindeki değişim, bu özel unsurlara adanan öğretimin doğası ve kalitesine bağlı olarak farklı olmuştur. Bu araştırmada öğrencilerin çoğu, kursun hemen hemen tamamı boyunca tartışılan delilleri anlamada önemli ilerlemeler ortaya koymuştur. İlk ödevdeki % 56 oranıyla karşılaştırıldığında, son sınavda katılımcıların sadece % 3'ünün hâlâ delillerin rolü hakkında zayıf görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların teoriyi anlamalarının gelişimi kursta daha az sıklıkta tartışıldığı için, daha az işaretlenmiştir. Katılımcıların % 38'i teori kurmayı anlarken % 36'sı anlamamıştır. Katılımcıların % 53'ü teorilerin kesin olmayan doğasını anlarken, % 34'ü ise anlamamıştır. Bu çalışmada araştırmacılar, öğrencilerin delilleri anlamalarının ve delile ihtiyaç duyma yeteneklerinin ve geçerli ve

geçersiz delil arasındaki ayırımı yapmalarının, kursta tartışılan teorilerden bazılarıyla ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. Bu araştırmacılara göre; “öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin incelenmesi, özel teoriler veya özel delil parçaları hakkında konuşmaları için uygun fırsatların sunulduğu bağlamlarda en etkin şekilde yapılabilir”. Konu alanı bilgisi öğrencilerin teoriler ve deliller hakkında anlamlı konuşmalar yapmalarını etkiler” (s.355). Bu görüş, Driver ve meslektaşları (1996) tarafından ulaşılan verileri kuvvetlendirir. Kısaca, öğrencilerin teorileri tanımlayabilmesi, incelenen fen konu alanına bağlı olarak farklı olabilir.

Carey ve meslektaşları (1989), bilimin doğası öğretim ünitesinin öğrencilerin bilimsel bilgi ve araştırmanın doğası hakkındaki görüşlerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla, standart bir üniteyi bilimsel yöntem üzerine koymak için üç haftalık bilimin doğası ünitesi tasarlanmıştır. Bu çalışmaya, beş adet yedinci seviye fen sınıfından toplam 76 öğrenci katılmıştır. Bilimin doğası öğretim ünitesi, kendi fen öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Bir veya iki araştırma yardımcısı tarafından ders gözlem çalışmaları yapılmıştır. 27 öğrenci ile ünitenin başında ve sonunda olmak üzere mülâkatlar yapılmıştır. Bu mülâkatların amacı, öğrencilerin bilimin doğası ve amacı, bilimsel çalışmaların temel öğeleri ve bu öğeler arasındaki ilişkileri anlamalarını belirlemektir. Ünitenin öğretimi üç haftada bitmiştir. İlk haftada; öğretmen, öğrencilerine kendi fikirlerinin kökenleri hakkında düşüncelerine rehberlik etmiş ve kendi araştırma yöntemleri üzerinde yansıtma bulundukları için yardımcı olmuştur. Tanıtıcı derslerde, gözlem ve çıkarım üzerinde çalışılmıştır. Öğrencilerden farklı türdeki hayvan görüntülerini farklı kategorilerde düzenlemeleri istenmiştir. İnsanların dünyayı açıklamak için sınıflama sistemleri inşa ettikleri öğretmen tarafından açıklanmıştır. En son olarak, öğrencilere “karanlık kutu” etkinliği yaptırılmıştır. Birçok noktada öğretmen öğrencilerin çalışmalarıyla bilim insanlarının çalışmaları arasında benzerlikler olduğunu belirtmiştir. Bundan sonraki iki hafta, öğrencilerin ekmek hamurunun kabarması olayı hakkında kendi bilgilerini üretmelerine yardım etmeyi amaçlayan mayalanmayla ilgili dersleri içermiştir. Öğrenciler hipotezler ileri sürmüş, kontrollü deneyler yapmış ve etkinliği niçin yaptıkları ve ne yaptıkları hakkında yansılarda bulunmuşlardır. Toplam altı bölümden oluşan mülâkattaki sorulardan her bir bölümdeki sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar, üç anlama seviyesini yansıtacak şekilde kategoriye ayrılmıştır. Bu mülâkat sonuçları; öğrencilerin ilk görüşlerinin bilimsel bilginin, dünyanın “güvenilir kopyası” olduğuna ve bilimsel gerçeklerin açıklama üretmekten ziyade gözleyerek ve bir şeyleri deneyerek

keşfedildiğine inandıklarını ortaya koymuştur. Ünitenin öğretiminde sonra öğrencilerin, araştırmalara çok özel fikirlerin ve soruların rehberlik ettiğini ve deneylerin fikirleri test etmeyi amaçladığını anladıkları belirlenmiştir. Bütün ortalama ilk ve son öğretim mülâkat puanları Wilcoxon testinde, sırasıyla 1.0 dan 1,55'e doğru artmıştır ($p < .001$). Her bir öğrenci kendi görüşünü, pratikte çok fazla anlamlı olmasa bile ortalama yarım puan artırmıştır.

Liu ve Lederman (2002) bilimsel araştırmaya dayalı etkinliklerle birlikte yapılan yoğun bir doğrudan bilimin doğası öğretiminin, öğrencilerin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bütün etkinlikler (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998) hedeflenen bilimin doğası unsurlarını doğrudan açıklamak için tartışmalarla desteklenmiştir. Katılımcılar altı günlük yaz kampına katılan 29 üstün yetenekli yedinci sınıf seviyesindeki öğrenciden oluşmuştur. Açık uçlu bir anket bu öğrencilere kampın başlangıcında ilk test olarak uygulanmıştır. Katılımcıların dokuzu tesadüfi olarak seçilerek, kendileriyle 30 dakika süren mülâkatlar yapılmıştır. Bu mülâkatlar bilimin doğası etkinliklerinden sonraki iki gece boyunca yeniden yapılmıştır. Mülâkatlarda öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili fikirlerinin değişip değişmediği ve değişim olmuşsa buna neden olan şeyin ne olduğu sorulmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarından; öğretimden önce katılımcıların yarısının bilimin doğasının unsurlarından en az dördü hakkında yeterli görüşlere sahip olduğu ve çalışmanın sonunda ise bunlarda çok az bir değişimin yaşandığı ortaya çıkmıştır. Bu durum iki nedene bağlanmıştır; ilki bilimin doğasının yansıtıcı ve doğrudan öğretimine kısa bir zamanın ayrılması, ikincisi ise tavan etkisi olduğu belirtilmiştir.

Bu bölümde özetle, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının belirlenmesine ve bu kavramların geliştirilmesi için uygulanan programların etkinliğine yönelik çalışmaların bulguları bazı önemli sonuçlar taşımaktadır. Bilimin doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları kavramların belirlenmesi için kullanılan ölçme araçlarından bağımsız olarak, öğrenciler arzu edilen kavramlara yeterince sahip değildirler veya bu kavramları yeterince kazanamamışlardır. Birçok araştırma sonucuna göre, öğrenciler bilimin doğasının unsurları – bilimsel bilginin deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, yaratıcı ve hayâlcî doğası – hakkında zayıf düşüncelere sahiptirler (Griffiths ve Barman, 1995; Larochelle ve Desautels, 1991; Lederman ve O'Malley, 1990). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin birçoğu, bilimsel bilginin bütün ve eksiksiz olduğuna (BouJaoude, 1996) ve

deneysel deliller toplandıkça teorilerin doğruluğunun ispatlandığına inanmaktadırlar (Smith vd., 2000). Bu öğrenciler, bilimsel bilgilerin adım adım ilerleyen bilimsel bir yöntem kullanılarak üretildiğine inanmakta olup, bilimsel çalışmalara rehberlik eden en önemli faktörlerden olan hayâlciliğin ve yaratıcılığın farkında değildirler (BouJaoude, 1996; Smith vd., 2000). Bunlara ilâve olarak, bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavramların geliştirilmesi süresince araştırmaya-incelemeyle dayalı etkinliklerin kullanıldığı dolaylı yaklaşım ile tarihsel yaklaşımın pek fazla etkili olmadığı veya sınırlı ölçüde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşın doğrudan bilimin doğası öğretim yaklaşımının kullanıldığı araştırmaların ise öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları zayıf kavramları yeterli ölçüde değiştirebildiği ortaya çıkmıştır.

1.7.2. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenlerin Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi

Bu bölümde, bilimin doğasıyla ilgili öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sahip oldukları kavramların değerlendirilmesine ve bu kavramların geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan hareketle, öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili benimsemiş oldukları kavramların çağdaş anlamda yeterli kabul edilenlerle değiştirilebilmesi için ne tür bir öğretim yaklaşımının kullanılabileceği analiz edilmiştir.

Brickhouse (1991) yaptığı bir çalışmada nitel ve nicel yöntemleri kullanarak, bir öğretmenin bilimin doğasını anlaması ile sınıf öğretimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Brickhouse, öğretmenlerin eylemlerinin öğrencilerin fen öğrenme şeklini etkilediğini önermiştir. Üç öğretmeni – biri yeni diğer ikisi ise deneyimli olmak üzere - incelemiştir. Brickhouse öğretmenlerin, bir alanda bilgi üretmek için kullanılan yöntemleri belirten fendeki konu alan bilgisine yoğunlaşmıştır. Bu üç öğretmenden, çalışmaya bilimin doğası hakkındaki farklı görüş açılarına göre katılmaları istenmiştir. Veriler, öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını, öğretmen olarak rollerini ve öğrencilerinin öğrenen bireyler olarak rollerini inceleyen dört saat süreli mülâkatlardan oluşmaktadır. Bundan başka, öğretmenlerin sınıf uygulamalarının gözlemlerini –dört aylık zaman diliminde her bir öğretmenin en az 35 ders saatinin video kayıtlarını ve kitapları, testleri, kısa sınavları, çalışma yapraklarını ve laboratuvar etkinlik yapraklarını içermektedir. Kırklı yaşlarda iki erkek öğretmen; biri işe yeni başlamış ve biri 26 yıllık deneyimli. Tek bayan öğretmen

otuzunda ve 15 yıl deneyimli ve ayrıca öğretmenlik sertifikasının yanında fen alanında diplomalıdır. Brickhouse'un çalışmasında, her iki erkek öğretmen de bilimsel yöntemi; tek bir bilimsel doğruyla sonuçlanan lineer ve belirsiz olmayan mantıklı bir süreç olarak açıklamıştır. Daha deneyimli olan öğretmenin sınıfında, etkinliklerin odağı yönergeleri takip etmek ve doğru cevaba ulaşmak üzerindedir. Diğer erkek öğretmen, bilimin doğasını anlamasından sapmasına rağmen bir otorite olarak ders kitabını görmektedir. Erkek öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinde eksik olan şey; bilimin basitçe gelişmeye değil ayrıca düzeltmeye ihtiyacı olduğudur. Bayan fen öğretmenin, bilimin doğasının anlaşılmasıyla ilgili daha teferruatlı görüşleri vardır ve bu, inancında olduğu gibi - öğrencilerin bazen bilimi anlamalarında bazen büyük sıçramalar yapmaları Kuhn'un (1970) devrimci (revolutionary) bilim açıklaması veya Piaget'in (1972) yerleştirme (accommodation) fikriyle benzerdir - daha dinamik sınıf uygulamalarında yansıtılmıştır. Bilim tarihinin ve felsefesinin son analizcileri, bilimin doğal dünya hakkında gerçeklerin toplamı değil, bilim insanları tarafından sosyal olarak üretilen bir bilgi olduğunu söylemektedir (Kuhn, 1970). Bilim insanları, bilgilerini organize etmek ve yorumlamak, önemli problemleri çözmek ve yeni olasılıklar ve problemler oluşturmak için önemli bir araç olarak sahip oldukları teorileri kullanırlar.

Lederman ve Zeidler (1987) "Fen öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki kavramları: Gerçekten öğretim davranışını etkiler mi?" isimli bir makale yazmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili literatürde, "bilimsel bilginin doğası ölçeğinden" (NSKS) bahsedilirken en fazla bu araştırmacıların adı geçmektedir (Rubba, 1976). Bu araç, 48 maddeden oluşmuştur ve bunların her biri altı alt ölçekte puanlanarak incelenmiştir. Bu çalışma, öğrencilerin kavramlarının gelişimini açıklamak için hem hizmet öncesi öğretmen adaylarının hem de hizmet içindeki öğretmenlerin sahip oldukları kavramları değerlendirmekle ilgilidir. Burada dikkate alınan varsayım; "öğretmenlerin ve öğrencilerin kavramlarındaki değişim arasında anlamlı bir ilişkinin olduğudur". Lederman ve Zeidler, NSKS ölçeğini 18 deneyimli lise biyoloji öğretmenine eylülün ilk haftasında ön test olarak uygulamıştır. Bu test ayrıca araştırma boyunca öğretmenlerin kavramlarında herhangi bir değişiklik olup olmadığını kontrol etmek için her bir öğretmene güz döneminin bitiminde son test olarak tekrar uygulanmıştır. Alt ölçekler; (1) ahlakî (iyi veya kötü olmayan) (2) yaratıcı (3) gelişmeci (kesin olmayan) (4) değişimci (5) test edilebilir (6) birleştirilebilir (birbiriyle ilgili kanunlar, teoriler ve kavramların birleşimi). Bu sayılanlar, diğer çalışmalarda tanımlanan temel ilkelerle tutarlıdır. Her bir alt ölçekte sekiz madde vardır ve maddelerin

yarısı negatif olarak açıklanmış ve dolayısıyla negatif olarak kodlanmıştır. Bu araştırma boyunca ön ve son test puanlarının değişmediği ortaya çıkmış ve her bir öğretmenin ön ve son test puanı ortalaması sıralama amacıyla kullanılmıştır (Lederman ve Zeidler, 1987). Üst sıradaki altı ve alt sıradaki altı öğretmen, daha sonraki veri analizleri için kullanılmıştır. Bu araştırmanın verileri; “Bir öğretmenin bilimin doğası hakkındaki kavramları sınıfındaki davranışını doğrudan etkiler” şeklinde bilinen yaygın varsayımı desteklememektedir. Bu çalışmada, sınıf içi katılımcı gözlem notlarında ortaya çıkan sınıf değişkenlerinin hiç biri, üst ve alt gruplar arasında bir farklılığa neden olmamıştır.

Lederman (1999), öğretmenlerin bilimin doğasını anlamaları ile sınıf uygulamaları arasındaki ilişkiyi incelemek ve bu türden bir ilişkiyi kolaylaştıran veya engelleyen faktörleri ortaya koymak için çoklu örnek olay çalışması (*multiple case study*) yapmıştır. Örnekleme, meslekî deneyimleri 2 ile 15 yıl arasında değişen beş lise biyoloji öğretmeninden oluşmuştur. Bir akademik yıl boyunca, çoklu veri kaynaklarını – sınıf gözlemleri, açık uçlu anketler, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış mülâkatlar, öğretim planları ve materyalleri – kullanmıştır. Bununla birlikte, her bir öğretmenin sınıfındaki öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarını belirlemek amacıyla mülâkatlar yapmıştır. Analitik tümevarım (analytical induction) yaklaşımını kullanarak, çoklu veri kaynaklarını bağımsız olarak ve öğretmenlerin profillerini ortaya koyarken üçgenleme için birlikte analiz etmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarından; öğretmenlerin sahip olduğu bilimin doğası kavramlarının sınıf uygulamalarını etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, öğretmenlerin deneyim seviyeleri, amaçları ve öğrencileri anlama şekillerinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Johnston ve Southerland (2002) tarafından yapılan başka bir çalışmada; öğretmenlerin bilimin doğası kavramları ve bunların, bilimin doğasına odaklanan bir lisansüstü dersi boyunca nasıl geliştiği ve öğrenildiği analiz edilmiştir. Uzun süreli maaşlı izne ayrılan ve iş başında olan 11 öğretmen, bu çalışma kapsamında yürütülen lisansüstü dersini almıştır. Bu çalışmada öğretmenler, bilimin doğası kavramlarıyla açıkça ve yansıtıcı olarak meşgul olmuşlar ve sahip oldukları kavramlar, fen ve aynı zamanda çalıştıkları okul bağlamında dikkate alınmıştır. Bir dizi anket, yansıtıcı yazı, sınıf etkinlikleri ve final kağıdı yardımıyla, her bir öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının gelişimi kayıt edilmiştir. Verilerin analizinden, her bir öğretmenin kavramsal ekolojisinin kendine özel anlamlar oluşturmada kurstaki kavramlardan etkilendiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışma hem bilimin doğasının öğretiminin hem de

kavramsal değişim yönteminin ve öğrenmenin anlaşılmasında önemli sonuçlar ortaya koymuştur.

Abd-El-Khalick (2000), doğası itibariyle keşfedici (*exploratory*) ve yorumlayıcı (*interpretive*) nitelikte olan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın amacı, fen içerik kursunda uygulanan açık, etkinliğe dayalı yansıtıcı bir yaklaşımın, ilkokul öğretmenlerinin bilimin doğasının belirtilen yönleri üzerindeki görüşleri hakkındaki etkisini ve kazandıkları bilimin doğası anlamalarını, bilinen ve bilinmeyen fen konu alanı durumlarında uygulama yeteneklerini değerlendirmektir. Bu araştırmada 30 bayan ilkokul öğretmeni bir dönemlik fizik dersi almıştır. Veriler, uygulanan anket formları ve mülâkatlarla toplanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarından; bilimin doğasının özel tarafları ile öğrencinin bu türden bir öğrenmeyi engelleyen daha geniş epistemik görüşlerinin birbirini etkileyebildiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, deneysel araştırma sonuçlarıyla tutarlı olarak, katılımcı ilkokul öğretmenleri, relativizmin daha fazla işleyen şekilleriyle karşılaştırıldığında, muhtemelen daha saf relativizmi (naive relativism) kabul etme aşamasında oldukları anlaşılmıştır. Bu katılımcıların birçoğu için bilimin doğasının öğretiminin, dualizm veya bilimsellik (*scientism*) den (*naive*) saf realizme değişimi kolaylaştırdığı veya hızlandırdığı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın son kısmında, bilimin doğasını öğretmeye karşı ilgili olanların, öğrencilerin daha geniş epistemik görüşleri ile bilimin doğasının hedeflenen özel yönleri hakkındaki öğrenmeleri arasındaki ilişkiyi araştırmaları ve anlamaları için çaba sarf etmeleri gerektiği ve bilimin doğası kavramlarının gelişimci boyutunun dikkate alınması gerektiği önerilmiştir.

Kenyon (2003) tarafından yapılan bir doktora tez çalışmasında, doğrudan, araştırmaya dayalı öğretimin, üniversitede birinci sınıfı okuyan (*freshman*) kolej fen bölümü öğrencilerinin bilimin doğasını anlamaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışmaya 50'si deney ve 24'ü kontrol olmak üzere toplam 74 birinci sınıf kolej fen öğrencisi katılmıştır. Bu çalışma, “fende başarı” dersinde yürütülmüştür. Kursun içeriği; bilim insanların çalışmalarını yaparken izledikleri bilimsel çalışmayı ve süreçleri içerecek şekilde, bilimin doğasının doğrudan öğretimine yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu kurs, Inquiry and The National Science Education Standards dokümanında tartışılan bilimin doğasının üç unsurunu içermektedir; (1) bilimin ilkelerinin ve kavramlarının öğrenilmesi (2) bilimsel incelemelere katılma ve (3) bilim epistemoloji üzerinde yansıtma yapma. Bu araştırmada “bilimin doğası hakkında görüşler anketi form C” aracı ve kursun

sonunda bir deneme yazısı, öğrencilerin bilimin doğası anlamalarının değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; doğrudan, araştırmaya dayalı öğretime katılan birinci sınıfta okuyan kolej fen öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili anlamalarının, geleneksel öğretim alan öğrencilerden, istatistiksel olarak daha anlamlı çıktığı belirlenmiştir. Burada deneme yazısı, öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarındaki açık artışa bir bakış açısı sunmuştur. Ön ve son test verilerinden, bilimin doğasının öğretime yönelik bir dönemlik bir dersin birinci sınıf kolej fen öğrencilerinin bilimin doğasını anlamalarını kuvvetlendirebileceği sonucuna varılmıştır.

Govett (2001), bir fen araştırma deneyiminin katılımcıların bilimin doğasıyla ilgili tutumları ve anlamalarına ve kendilerini fen araştırmacıları olarak görmeleriyle ilgili görüş açılarına etkisine karar vermek için bir çalışma yapmıştır. Verileri, mülâkatlar, günlük yazıları, sınıf gözlemleri ve iki adet ön-son ölçme aracı kullanmıştır. Bu çalışmaya 16 tane K16 öğretmeni katılmış ve bu öğretmenler, Ulusal Radyo Astronomi Gözlem -National Radio Astronomy Observation- (NRAO), enstitüsünde iki haftalık bir programa katılmıştır. Enstitüde, katılımcılarının bilimsel araştırmadan sonra kendi sınıf öğretimlerine model olmak için ihtiyaç duyulan becerilerle donatılması için bilimsel bir araştırma deneyimine yer verilmiştir. Program, radyo astronomiyle ilgili temel ilkeleri; bilimsel konuşmaları ve uygulama yapan bilim insanlarıyla iletişimleri ve konuşmaları, NRAO fırsatlarıyla ilgili derinlemesine turlar ve araştırmayı sınıfta uygulama için pedagojik öğretimi içermiştir. WVU Koleji öğretim personeli ve NRAO personeli bu öğretmenlere önerilen araştırma deneyimlerinin doğasının önemini belirtmiştir. Eğitim aşamalarında WVU fen eğitimi öğretim elemanları katılımcılara, sınıflarında öğrenci araştırma projeleri hazırlayabilmeleri için sahip oldukları deneyimlerini dönüştürürken ihtiyaç duydukları noktalarda rehberlik etmiştir. Araştırmaya yönelik kendini değerlendirme aracından elde edilen sonuçlar, bütün katılımcıların araştırma yapmakla ilgili daha hoşnut olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bilim ve bilim öğretiminin doğası araçları için, bütün katılımcılarca anlamlı kazançları ifade eden sadece üç madde vardır. Bireysel günlüklerde ve mülâkatlarda açıkça ortaya çıktığı üzere, ilkökul grubundaki bayan öğretmenlerin bilimin doğasını anlamalarında daha çok değişim olmuştur. Tümü orta öğretimden olan yedi erkek öğretmen, bu alanda bir kazanç elde edememiştir. Onların bilimin doğası tanımları başlangıçtan itibaren postpositivist veya çağdaş görüşte olmuştur. Bununla birlikte, öğrenci projelerini kendi sınıflarında uygularken gözlenen 14 öğretmenden dokuzu kullanılan modeli yansıtmakta başarılı olmuştur.

Akerson ve Abd-El-Khalick (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, deneyimli bir ilkokul öğretmenin dördüncü sınıf öğrencilerine bilimin çıkarıma dayalı, kesin olmayan, yaratıcı doğasıyla ilgili yeterli görüşleri içselleştirirken yaptığı yardımlar incelenmiş ve kendisine bu süreçte destek olunmuştur. Bu çalışmadaki öğretmen, bilimin doğası hakkında yeterli görüşlere sahip olup, onu öğretmeye karşı motive etmiştir. Bu çalışma, “Tina ismindeki öğretmenin, amaçlanan bilimin doğası unsurlarını öğretiminde açıkça belirtmesi için hangi özel yardımlara ihtiyacı vardır?” sorusuna cevap bulmak için yapılmıştır. İlk araştırmacı Tina’nın sınıfını her hafta ziyaret etmiş ve onunla sürekli olarak iletişim kurmuştur. Veri kaynakları; sınıf gözlemleri, video kayıtları, bilimin doğası öğretmen anketleri ve ilgili mülâkatlar, öğretmen-araştırmacı iletişimleri, öğretmen ve araştırmacı yazılarından oluşmuştur. Tina’nın bilimin doğasını öğretmek için anlaması ve niyetli olması zorunlu kabul edilse de, yeterli olmamıştır. Tina, bilimin doğası görüşlerini ve niyetlerini pedagojik olarak uygun olan ve temel bilimin doğası unsurlarını öğrenciler için ulaşılabilir yapabilecek öğretim etkinliklerine dönüştürebilmek için birçok noktada desteğe ihtiyaç duymuştur. Tina’nın temel bilimin doğası anlamalarını aktif hâle getirebilmek için kişisel seviyede dolaylı sosyal desteğe ve ilk araştırmacı tarafından doğrudan bilimin doğası öğretiminin Tina’nın sınıfında modellenmesi için ise meslekî seviyede desteğe ihtiyaç duyduğu ortaya çıkmıştır.

Bell ve Lederman (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, bilimin doğasının, fen ve teknolojiye dayalı sorunlar hakkında karar vermekteki rolü ve bu türden kararlarla ilgili faktörleri ve muhakemeleri incelenmiştir. Coğrafi olarak farklı fakültelerden amaçlı olarak seçilen ve gönüllü olan 21 kişi, fen ve teknolojiye dayalı sorunlar hakkında karar vermelerinin değerlendirilmesi için, açık uçlu bir anket doldurmuş ve kendileriyle izleyen mülâkatlar yapılmıştır. Katılımcılar ikinci bir açık uçlu anket ve izleyen mülâkatlarla değerlendirilen bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları farklı görüşlere göre iki gruba ayrılmıştır. Her bir grubun, daha önceki karar verme anketine ve mülâkat sorularına verdikleri cevaplara dayalı olarak, karar verme profili çıkarılmıştır. Son olarak, iki grubun kararları, kararları etkileyen faktörler ve karar verme stratejileri karşılaştırılmıştır. Bilimin doğası görüşleri farklı olmasına rağmen, her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri kararlar arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Her iki gruptaki katılımcılar da, kararlarını esasen kişisel değerlerine, moral/ahlâk sistemlerine ve sosyal kaygılarına dayandırmıştır. Bütün katılımcılar, verdikleri kararlarda bilimsel delili dikkate almasına ve birçoğu bütüncül bir görüşe sahip olmasına rağmen, birçoğu bütüncül “kanıta” gerek duymamıştır.

Bu bulguların, şu anda fen eğitimi reform çabalarının temel varsayımıyla çeliştiği ve dolayısıyla bilimin doğası öğretiminin amaçlarını yeniden incelemeye davet ettiği belirtilmiştir.

Rivas (2003) yaptığı doktora tez çalışmasında, bir bilimsel süreç kursunda ilkokul öğretmen adaylarının incelendiği bir aksiyon araştırma projesi yapmıştır. Bu projenin amacı, ilkokul fen sınıflarında dürüstlük ve kullanma hakkını teşvik etmek için, sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğasının özel unsurlarını anlamalarını kuvvetlendirmektir. Bu bağlamda, bilimin doğasının beş unsurunu seçmiş ve eğitim amaçlarıyla ve uygulamalarıyla birleştirmiştir. Bu çalışmaya rehberlik eden kuramsal taslak, bilimin doğasının, sosyal yapısalcılık ve aksiyon araştırmasıyla ilgili derin bilgi birikiminden gelmesidir. Bu çalışmada üç soru incelenmiştir: sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlamaları için hangi fırsatlar sunulmuştur? bir sonuç olarak öğretmen adaylarının anlamalarındaki değişim nedir? Öğretmen adayları bilimin doğası anlamalarını sınıf uygulamalarına nasıl dönüştürmüştür? Fen süreç kursunun işlevsel programı, bilimin doğasının doğrudan ve dolaylı öğretimini ve aynı zamanda, bilimin doğasının prensiplerinin amaçlı ve amaçsız şeklini içermiştir. İlk başta öğretmen adayları sınırlı bir bilimin doğası görüşüne sahipken, kursun sonunda bu görüşleri kuvvetlenmiştir. Bununla birlikte, katımcılar bilimin doğasıyla ilgili yeni anlamaları ile fen sınıflarındaki dürüstlük ve kullanma hakkı arasında doğrudan bağlantılar kurmuştur. Öğretmen adayları, bir grup olarak bilimin doğasının beş prensibini dolaylı olarak öğretmiştir. Birçoğunun amaçlanan beş prensibin üçünü gerçekten öğretebildiği belirlenmiştir. Doğrudan olarak, sadece bir prensip öğretilmiştir; fakat bu prensip, fen sınıflarını daha kapsamlı yapmakla doğrudan bağlantı kurularak öğretilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, öğretmen adaylarının yetersiz fen öğretiminyle ilgili uzun bir deneyime sahip olmalarına karşın, bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini arttırabildiklerini ortaya koymuştur. Buradan hareketle, öğretmenlerin kazandıkları yeni görüşleri sınıf uygulamalarına dönüştürebildikleri sonucuna varılabilir. Bu çalışmanın verileri ayrıca, bilimin doğasının anlaşılması ve ilköğretim seviyesinde dürüstlük (equity) ve kullanma hakkı (access) arasında doğrudan bağlantı yapılabildiğini ifade etmektedir.

Lederman ve meslektaşları (2001) bir çalışmalarında, öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramlarını ve bu kavramların sınıf uygulamalarına nasıl transfer edildiğini incelemiştir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla sınıf öğretimi

arasındaki ilişkilerin kurulmasını ve kazanılan bilgilerin öğretim ortamına transfer edilmesini kolaylaştırmak için tasarlanmış bir öğretim yönteminin etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada katılımcıların öğretim çabalarında dört faktörün önemli olduğu tanımlanmıştır; bilimin doğası hakkında bilgi, konu alanı hakkında bilgi, pedagojik bilgi, bilimin doğası öğretmeye karşı niyet. Bu çalışmada öğretmenlerin niyetinin en önemli etmen olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, bilimin doğasının öğretiminin önemi içselleştirmedikten sonra, öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili görüşlerinin, fenle ilgili arka plânları dikkate alınmaksızın, bilimin doğası görüşleriyle uygun bir şekilde öğretim yapmadıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Bilimin doğasını doğrudan açıklamaya karşı kuvvetli niyetlerin daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Kuvvetli niyetleri ve bilimin doğası kavramları iyi gelişmiş ve fen konu alanıyla ilgili daha fazla bilgi sahibi olan katılımcıların, öğretimlerinde başarılı oldukları ileri sürülmüştür. Bu çalışmada ayrıca bilimin doğasının öğretimi için yöntem bilgisinin önemi üzerinde tartışılmıştır.

Howe ve Rudge (2003), bilim tarihi ve bilim felsefesiyle birleştirilen bir orak hücre (sickle-cell) ünitesinin, öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. 24 öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. İlkokul Eğitimcileri II için yaşam bilimi ismindeki bir biyoloji kursunun parçası olarak okutulan bu ünite, genetik, moleküler biyoloji konularını açıklayan üç-parçalı sıranın sonuncusudur. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmen adaylarının kavramlarını geliştirmek için araştırmacılarca hazırlanan bu ünite, orak-hücre anemi hastalığı üzerindeki araştırmaların tarihine dayalı sekiz dersi içermektedir. Buna ilâve olarak, ünite, biyolojide çoklu alt disiplinler bakış açısından ortaya çıkan tarihi hikâyeleri ve problemleri ve bazı bölümlerin birleştirici parçaları olan doğrudan ve yansıtıcı bilimin doğası tartışmalarını içermektedir. Bu çalışmada; deneysel ve sübjektif unsurlar, bilimsel teorilerin doğası ile teoriler ve yasalar arasındaki fark olarak bilinen bilimin doğasının unsurları vurgulanmıştır. Bu araştırmada öğretmen adayları, ilk defa Lederman ve arkadaşları (Lederman vd., 2002) tarafından tasarlanan ve sonra yeniden düzenlenen VNOS (bilimin doğası hakkında görüşler anketi) anket kullanılarak ön ve son teste tâbi tutulmuştur. Bu anketin geçerliğini sağlamak için kendileriyle ayrıca yarı yapılandırılmış mülâkatlar yapılmıştır. Verilerin analizleri, katılımcıların % 25'inden azının bilimin doğasının değişik unsurlarından her biri hakkındaki görüşlerinin, en çok % 15 ile orak-hücre ünitesine bağlantı kurularak değiştiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma sonucunda, bazı öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin tarihsel olaylar bağlamında birleştirilmiş bilimin doğası öğretimi kullanılarak anlamlı ölçüde değiştiği ortaya çıkmıştır.

Bu yaklaşımın öğrencileri tarihsel problemlere aktif olarak katmakta fayda sağladığı ve bu durumun kendi bilim görüşlerini kavramsal olarak yeniden inşa etmelerine fırsat sağladığı belirtilmiştir. Bundan başka, araştırmacılar, öğrencilerin orak-hücre ünitesinde elde ettikleri deneyimlerden doğrudan adapte edilen örnekleri rahatça ifade edebildiklerini belirtmiştir. Bu birleştirilmiş yaklaşım, her bir bilimin doğası unsuru için öğrencilerin % 25’inden daha azının fikrini etkileyebilmiştir.

Akerson ve meslektaşları (2000), doğrudan, etkinlik-tabanlı yaklaşımın lisans ve lisansüstü ilkökul öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Katılımcılar bir ilkökul fen yöntem kursunun iki oturumuna kaydolan 50 kişiden oluşmuştur. İlk bölüm 25 lisans öğrencisini, diğer bölüm ise 25 lisansüstü öğrencisini kapsamıştır. İlk araştırmacı, yapı ve gereksinim yönünden benzer ders olan ilkökul fen yöntem kursunu her iki grup için okutmuştur. Kursun ilk altı saati doğası itibariyle sosyal olan ve amaçlı olarak seçilen on etkinlik için ayrılmıştır. 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 doğası unsurları arasındaki değişimin tutarlı olmadığını not etmiştir. Bilimin doğasının öznel ve 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 görüşleri üzerinde etkili artışlara yol açmıştır” (s.313).

Abd-El-Khalick ve meslektaşları (1998), öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramları ile onu plânlama ve öğrencileri öğretmeleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Katılımcılar beş yıllık öğretmen eğitimi programına kaydolan 14 hizmet öncesi fen öğretmeninden oluşmuştur. Bu çalışma, bilimin doğası hakkında çalışırken, sınıf uygulamasıyla ilgili bir modeli içeren doğrudan etkinlik-tabanlı bir yaklaşımı kapsar. Bu çalışmanın sonuçları, katılımcıların bilimin doğası unsurlarından beşi hakkında yeterli bilgiler gösterdiği fakat çoğunun kendi bilimin doğası kavramlarını öğretim uygulamalarına transfer etmekte başarısız olduklarını ortaya koymuştur. Bu nedenle, araştırmacılar, öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramlarını geliştirmekle onun öğrencilere nasıl öğretilbileceği öğrenmelerinin geçici olarak birbirinden ayırt edilmesi gerektiğini kapsayan bir yaklaşım tavsiye etmiştir.

Bell ve meslektaşları (2000), bilimin doğasının öğretimi ile onun öğretiminin öğretmen adaylarına nasıl açıklanacağını birbirinden ayıran bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma için, beş yıllık matematik öğretmen eğitimi programına kaydolan 13 lise fen öğretmeni katılımcı olmuştur. Bu çalışmada; öğretmenlerin bilimin doğası kavramlarını öğretim uygulamalarına transfer etmelerinde başarısız olmalarının, hem bilimin doğası hem de yöntemle ilgili eş zamanlı bir öğrenmeyle çözülebileceği varsayılmıştır. Matematik programının ilk dersinde bilimin doğasının unsurları öğretmen adaylarına etkinlik-tabanlı bir yaklaşımla birlikte doğrudan öğretimiştir. İkinci fen yöntem dersi bilimin doğasının öğretiminin öğrenilmesiyle ilgili olarak verilmiştir. Bu çalışmada ulaşılan verilerden, katılımcıların çoğunun, bilimin doğasının sınıfta öğretimine nazaran, bilimin doğasının yedi unsuru hakkında daha yeterli bilgiler kazandıklarını ortaya koymuştur. Bu çalışmada araştırmacılar ulaşılan bu gelişmeyi, bilimin doğası hakkında öğrenme ve bilimin doğasının nasıl öğretileceğini öğrenmenin birbirinden ayrılmasına bağlamıştır.

Abd-El-Khalick (2001), öğretimini yaptığı aynı kurs içinde karışık bir öğretim yaklaşımı kullanmıştır. İlk olarak bilimin doğasını tanıtmak ve bilimin doğasının unsurlarını bilimin doğası etkinlikleri boyunca öğrenmek için birleştirilmemiş bir yaklaşım ve sonra kazanılan bilimin doğası anlamlarını işlenen fizik konu alanıyla ilişkilendirmek için birleştirilmiş bir yaklaşım kullanmıştır. Bu çalışmada, Abd-El-Khalick, bir fen konu alanı dersi bağlamında uygulanan doğrudan-yansıtıcı etkinlik-tabanlı yaklaşımın, ilkökul öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki fikirlerine etkisini araştırmış ve kazanılan bilimin doğası anlamalarını kursa dâhil edilen fen konu alanı bağlamında uygularken sergiledikleri yetenekleri incelemiştir. Bu çalışmada, sosyal ve kültürel yerleştirme unsuru dışarıda bırakılarak bilimin doğasının sadece altı unsuru vurgulanmıştır. Bir eğitim bölümü tarafından ilkökul öğretmenleri için önerilen bir dönemlik fizik kursuna kaydolan 30 ilkökul öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. Etkin katılımcı araştırma etkinliklerini içeren farklı öğretim yaklaşımları boyunca kavramsal anlamayı açıklayan bir kurs olan fizik kursu araştırmacı tarafından okutulmuştur. Kursun içeriğinde; maddenin atomik yapısı, katıların, sıvıların, gazların ve plazmanın fiziksel özellikleri, ısı, sıcaklık ve ısı transferi ve temel termodinamik konuları vardır. Kursun ilk beş saatinde öğretici tarafından, katılımcıların vurgulanan bilimin doğası unsurlarına aşina olmalarını ve onlara konu alanı öğretimi ve tartışmaları kaynaştıran bir konu hâline gelen bir bilimin doğası çatısı sağlamak için beş sosyal bilimin doğası etkinliği uygulanmıştır. Katılımcılardan, bilimin doğasının unsurları ile kursun diğer bölümlerinde bir dizi fen konu alanı bağlamıyla uygulamalarını tanıtmaları

arasında ilişki kurmaları istenmiştir. Buna ilâve olarak, katılımcılara gerçek fen uygulamaları içinde bağlama yerleştirmeleri için, bilimin doğasının unsurları ile bilim kavramlarının gelişimi arasındaki ilişkiyi vurgulamaları amacıyla bilim tarihinden örnekler verilmiştir. Katılımcıların bilimin doğasının altı unsuru hakkındaki bilgileri açık uçlu bir anket kullanılarak kurstan önce ve sonra ölçülmüştür. Bu anket, ikisi içeriğe özel olan toplam sekiz maddeden oluşmuştur. Bir madde fen kursunda işlenen atomun yapısı ve diğeri ise araştırmacılarca bilindik olmayan bir konu olarak ifade edilen dinazorların yok oluşunu içermiştir. Elde edilen sonuçlarda; katılımcıların % 20'sinden azının 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 hayâlcî doğası hakkında daha yeterli görüşler kazandıkları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin büyük ölçüde başarılı olduğunu ileri sürmüştür.

Bell ve Matkins (2003), doğrudan yaklaşımın dolaylı yaklaşıma karşı bağıl etkisizliğini dikkate alarak, bilimin doğasının öğretimini tartışmalı bir fen ve teknoloji tabanlı sorun içinde birleştirerek ilkökul öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlamalarına etkisini incelemiştir. Katılımcılar, gerekli ilkökul fen yöntem kursuna kaydolan 75 ilkökul öğretmen adayından oluşmuştur. Tartışmalı bir fen sorunu olan küresel iklim değişimi (GCC) ve küresel ısınma (GW) ilkökul fen yöntem kursunda öğretilmek üzere seçilmiştir. Bu konuların öğretildiği dönemlerde yedi saatlik sınıf oturumu öğretim amaçlı olarak ayrılmıştır. Bu kursta, GCC/GW ile ilgili okuma parçaları, tartışma, aktif katımlı araştırma ve bilimin doğası etkinlikleri gibi faaliyetlere yer verilmiştir. Bilimin doğasının doğrudan öğretildiği gruplara, bilimin doğasının yedi unsurunu açıklayan beş araştırma-tabanlı bilimin doğası etkinliği verilmiştir. Her bir etkinlikten sonra, ilgili bilimin doğası unsurları tartışılmıştır. GCC/GW okuyan öğrenci grubu, öğretici tarafından bilimin doğasının unsurları ve kendilerine öğretilen GCC/GW kavramları arasında ilişki kurmaları konusunda teşvik edilmiştir. Fakat bilimin doğasının dolaylı olarak öğretildiği gruptaki öğrencilere ise bilimin doğası etkinliklerinden hiç biri yapılmamıştır. Bu çalışma, dört dönemde izlenen dört farklı yaklaşımı içermiştir. 15 katılımcı GCC/GW ve doğrudan bilimin doğası öğretimini 2000 baharında, 20 katılımcı GCC/GW öğretimi almadan dolaylı bilimin doğası öğretimini 2000 güzünde, 18 katılımcı GCC/GW almadan ve doğrudan bilimin doğası öğretimini 2001 baharında ve 22 katılımcı ise GCC/GW öğretimi ve doğrudan bilimin doğası öğretimini 2001 güz döneminde

almıştır. Lederman ve meslektaşları (2002) tarafından geliştirilen dokuz maddelik açık uçlu bir anket olan bilimin doğası hakkında görüşler anketi kullanılarak, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri ile GCC/GW görüşlerindeki değişim ön ve son test uygulamalarıyla ölçülmüştür. Bu anketteki maddelerin beşi bilimin doğasının unsurlarının ve dördü ise GCC/GW ile ilgili bilgilerin ortaya konulmasına odaklanmıştır. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak; sadece doğrudan bilimin doğası öğretimi alan katılımcıların öğretimden sonraki bilimin doğası görüşlerinde sağlam değişimler olmuştur. Bu bulgu daha önceki bir araştırma sonucuyla da tutarlıdır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Benzer şekilde, sadece GCC/GW öğretimi alan öğrenci grupları GCC/GW anlamalarında kazançlar elde etmiştir. Doğrudan GCC öğretimi alan gruplar, bilimin doğasının öğretimi doğrudan veya dolaylı olsun veya olmasın, gren-house etkisi hakkındaki görüşlerinde doğal ve daha çok faydalı olarak benzer gelişmeler göstermiştir. Bilimin doğası hakkında, dolaylı veya doğrudan GCC öğretimi boyunca doğrudan öğretim alan gruplar, greenhouse etkisiyle bağlantılı teorileri veya yasaları anlamada daha yeterli bilgilere sahiptir. Benzer şekilde, sadece doğrudan bilimin doğası öğretimi alan gruplar, bilim insanlarının bilimin özneliliği hakkında inançlarla uyuşan bireyler olarak karakterize edilip edilmediği yönündeki görüşlerde pozitif değişimler sergilemiştir. Diğer taraftan, sadece doğrudan GCC'yi doğrudan bilimin doğası öğretimiyle birlikte alan grupların seçimleri hakkındaki açıklamaları kullanmak için, devletin enerji politikaları ve enerji politikaları için bilgilendirilmiş koşullu destek için verdikleri destekle ilgili cevaplarında ortaya çıktığı üzere bir değişim olmuştur. Bununla birlikte araştırmacılar, hem bilimin doğası hem de GCC/GW doğrudan öğretildiğinde katılımcıların bilim doğası hakkındaki bilgilerinin biraz daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacıların önerileri arasında; *“bilimin doğasının öğretimi, bilimin doğasının unsurlarını gösteren ve bu unsurların yalnız başına kullanılan yaklaşımlardan daha faydalı oluşunu ortaya koyan unsurların uygulanmasını mümkün kılan gerçek-dünya konularıyla ilgili araştırmalarla takviye edilmelidir”* (Bell ve Matkins, 2003; s.22). Bundan başka, fen konu alanına ilâve yapmak katılımcıların bilgilerini güçlendirir ve fenni daha ilgili ve ulaşılabilir yapar. Bu çalışmada kısaca, öğrencilerin bilimin doğasını anlamaları ile birleştirilmemiş bir yaklaşım arasında, bilim doğasının öğretimi tartışmalı fen konularıyla ilgili bağlama koyulsa veya koyulmasa bile bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu bölümde özetle; incelenen araştırmalarda bilimin doğasıyla ilgili öğretmenlerin sahip oldukları kavramların yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Örneğin, öğretmenler

bilimle ilgili pozitivist bir düşünceye sahip olup, bilimde hayâl gücünün ve yaratıcılığın önemli rolünün farkında değildirler. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmenlerin benimsemiş oldukları kavramlar, çoğunlukla hizmet öncesi fen konu alanı derslerinin içinde birleştirilerek veya hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programları boyunca iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Bu programlarda ise ya dolaylı ya da doğrudan yaklaşım kullanılmaktadır. Bu iki yaklaşımın etkinliği irdelendiğinde, bilimin doğasının doğrudan öğretilmesinin, öğretmenlerin bilimin doğası kavramlarının geliştirilmesi üzerinde dolaylı yaklaşıma oranla daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

1.7.3. Bilimin Doğasıyla İlgili Ulusal Literatürün İncelenmesi

Bu bölümde bilimin doğası konusuyla ilgili olarak ülkemizde yapılan çalışmalar taranmıştır. Bu çalışmalarda, öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili benimsemiş oldukları kavramların neler olduğu, yeterli kavramlara sahip olup olmadıkları ve bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesine yönelik herhangi bir çalışmanın yapılıp yapılmadığı hususu açıklanmaya çalışılmıştır.

Çepni (1998) tarafından yapılan bir çalışmada; fizik öğretmen adaylarının fen bilimlerinin doğasını ve kaynağını oluşturan temel terimleri ne düzeyde anladıklarını ve nasıl algıladıklarını ortaya çıkarmak ve öğretmen adaylarının temel terimlerdeki yanlışları ile akademik başarıları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Örneklem, Eğitim fakültesinin fizik öğretmenliği bölümünde okuyan üçüncü ve dördüncü sınıflardan seçilen 104 öğretmen adayından oluşmaktadır. Veriler, açık uçlu sorulardan oluşan bir anket ve öğrencilerin akademik başarılarının doküman analizinden toplanmıştır. Bu çalışmada, yasa, teori ve hipotez terimleri açık uçlu soru olarak örneklemdeki öğrencilere verilmiş ve her bir terimin fizik ders kitaplarındaki anlamlarının ne olabileceği hususlarında yazılı bilgi vermeleri istenmiştir. Ayrıca, örneklemde verilen terimlerin bilim dünyasındaki güvenilirliğinin ne olabileceği hususlarında da görüş belirtmeleri istenmiştir. Bu şekilde toplanan veriler iki farklı boyutta analiz edilmiştir. İlk aşamada her öğrencinin bu terimlere verdikleri puanlar hesaplanarak akademik başarı puanlarıyla ilişkisi analiz edilmiştir. İkinci olarak ise, bu üç terimle ilgili yazılan ifadelerden yanlışlarının neler olduğuna bakılmıştır. Bu çalışma sonucunda; öğretmen adaylarının akademik başarıları ile fizikteki ilgilerin kaynağını bilme arasında $0.58 p < .01$

düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu hesaplanmıştır. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının yasayı “kesin, her koşulda doğru ve değişmez” olarak algıladığı, teoriyi “sübjektif ve deneysel olarak ispatlanamaz bilgiler olarak” hipotezi ise “doğruluğu kanıtlanmamış teori ve ya doğruluğu tartışılan bilgi” olarak kavradıkları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada örneklemin çok azının bu kavramları doğru bir şekilde tanımladıkları anlaşılmıştır. Bu çalışma sonucunda, fen bilimlerinin tabiatını ve bilgi edinme yollarını anlamayan öğretmen adaylarının fen bilimleri derslerini etkili anlatamayacağı ve verdikleri dersleri yüzeysel olarak işleyecekleri tezi savunulmuştur. Etkili fen öğretmenlerinin fennin ne olduğunu, bilim insanlarının nasıl çalıştığını ve bilgileri hangi süreçler sonunda bilimselleştirdiklerini anlaması gerektiği denmiştir.

Macaroğlu ve meslektaşları (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye’deki ilkokul öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki inançları incelenmiştir. Bu araştırmada, iki bölümden oluşan bir anket kullanılmıştır. Beş tane açık uçlu sorudan oluşan ilk bölümdeki sorular, öğretmen adaylarının bilimin doğasını öğretimleriyle birleştirme becerilerini değerlendirmek için ve ikinci bölümde yer alan ve 10 sorudan oluşan beşli likert tipinde anketteki sorular ise, öğrencilerin bilimsel bilgiyle ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Bu çalışmaya 21 öğretmen adayı katılmıştır. Bu çalışma sonunda öğretmen adaylarının bilimsel bilginin objektif olduğuna ve değişebileceğine inandıkları ortaya çıkmıştır.

Yakmacı-Güzel (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, fen alan öğretmenlerinin bilimin doğası ve özellikleri konusundaki görüşleri ortaya çıkarılmıştır. Bu amaçla 115 aday öğretmen ve 101 öğretmen örnekleme alınmıştır. Bilimin doğası hakkındaki görüşleri, Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler (VOSTS) orijinal adıyla bilinen anketteki 18 sorunun seçilmesi ve Türkçeye adapte edilmesiyle oluşturulan bir anketle toplanmıştır. Veriler analiz edildiğinde; örneklemdaki öğretmenlerin çoğunun sınıflandırma tekniklerinin doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği, araştırmalarda bilimsel yaklaşım, bilimsel bilginin hiçbir zaman tam anlamıyla kesin olmaması ve sebep-sonuç ilişkileri gibi konularda çağdaş bilim felsefesiyle örtüşen (post-pozitivist) görüşlere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Fen alan öğretmenlerinin çoğunun, bilimin doğasıyla ilgili diğer konularda ise bilim felsefesiyle paralel olan (pozitivist) görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Gücüm (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlama seviyeleri ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmanın örneklemini 176 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Bu çalışmada Rubba (1975) tarafından geliştirilen ve 48 önermeden oluşan bilimsel bilginin doğası ölçeği kullanılmıştır. Bu çalışma sonunda, öğretmen adaylarının sınıf ve cinsiyetleri bakımından bilimin doğasını anlama seviyeleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Gürel (2002) yaptığı bir çalışmada, resim bölümü öğrencilerinin “renk nedir?” sorusu karşısında kişisel düşüncelerini ve gündelik düşünme biçimlerini tanımlayarak, fen biliminin doğasını (FBD) anlayış biçimlerini incelemiştir. Bu amaçla resim öğretmenliği bölümünde, 1.2.3.ve 4. sınıflarda okumakta olan toplam 85 öğrenciye bu konuyla ilgili açık uçlu 2 soru ve öğrencilerin fen dersi ve renk konusuna ilgilerini ölçmeyi amaçlayan 12 maddelik likert tipi anket soruları yöneltilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde niteliksel analiz yöntemi kullanılmıştır. Cevapların kodlanması Newton’un 1705 yılında yayınlanan “Optics” adlı eseriyle, Goethe’nin 1810 yılında yayınlanan “Theory of Colors” eserlerindeki görüş farklılıkları göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu çalışmadan önceki araştırmalarda (Gürel, 2001) fizik, biyoloji, fen bilgisi ve resim öğretmenliği bölümlerinde öğrencilerin özellikle renk karışımları konusunda yanılgılara düştükleri, ışık renkleri ile pigment renklerini ayırt etmekte zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu araştırma sonuçlarında ise; resim-iş öğretmenliği öğrencilerinin düşünce biçimleri belirlenmiştir.

Taşar (2002) yaptığı bir çalışmada, “Bilim Hakkında Görüşler Anketi”ni (BHGA) Türkçeye kazandırılmaya çalışmıştır. Bu ankette bilimsel ve bilişsel boyutlar ve altı tane de kavramsal boyut bulunmaktadır. Toplam 30 sorudan oluşan anket Türkçeye aktarılmış ve bir eğitim fakültesinin iki farklı anabilim dalında okuyan toplam 65 katılımcıya 2002 Bahar döneminde uygulanmıştır. Bulgular her iki grupta da eşdeğer oranda öğrencinin bilimsel bilginin doğası ve öğrenilmesi hakkında benzer görüşlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmadaki en önemli bulgu ise; öğrencilerin yarıdan fazlasının bilim (fen) eğitiminin amaçları doğrultusunda birer profil geliştirebilmiş olmalarıdır.

Oyman (2002) tarafından yapılan bir yüksek lisans çalışmasında, ilköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası konusundaki görüşlerini incelenmiştir. Bu amaca ulaşmak için Kartal Bölgesindeki 40 ilköğretim okulundaki 99 fen bilgisi öğretmeni çalışmanın örneklemi olarak seçilmiştir. Veri toplamak amacı ile bir anket oluşturulmuştur. Anketin birinci kısmında kişisel bilgiler, ikinci kısmında fen bilgisi öğretimi ile ilgili

Lunetta ve Koul (1996) tarafından hazırlanan açık uçlu sorular ile Taylor ve Fraser (1997) tarafından hazırlanan Likert tipi sorular, üçüncü bölümde ise bilimsel bilginin yapısı ve bilimin doğasını anlama ile ilgili W.Coburn'ın "Nature of Science Card Game" adlı oyun kartları cümlelerinden oluşan sorular bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda; iki ana konu ortaya çıkarılmıştır. Araştırmanın ilk bölümünde, fen bilgisi öğretimi ile ilgili açık uçlu sorularda, öğrencilerin sahip olması gereken bilimsel yetenekler, öğretimde anlamlı öğrenmeyi sağlayacak unsurlar, fen bilgisi öğretiminde öğrencilerin en çok zorlandığı kavramlar ve müfredat programları ile ilgili düşünceler ortaya konulmuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde ise fen bilgisi öğretmenlerine, bilimsel bilginin yapısı ve bilimin doğasını anlama ile ilgili sorular sorularak, cinsiyet, mezun olunan okul ve mesleki kıdeme göre öğretmenlerin çağdaş veya geleneksel bilim anlayışına sahip olmalarının değişip değişmediği belirlenmiştir. Genel olarak öğretmenlerin meslekî kıdemlerine, mezun olunan okula ve cinsiyete göre çağdaş veya geleneksel anlayışın bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ayrıca "Bilimsel Bilgi, Doğal Yaşamın Doğrularını Verir" görüşüne öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun katılması dikkat çekici olmuştur. Bu araştırma bilimin doğasını anlama ve kavram öğrenme arasındaki ilişkiyi konu alacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Taşar (2003) bir başka çalışmasında, bilim insanlarının, öğretmenlerinin ve öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki farklı görüşlerini derlemiştir. Bilimin tarihi ve doğasının neden ve nasıl öğretilmesi gerektiği hususu üzerine dikkat çekmiştir. Bu konuda literatürde bulunan üç yaklaşım tespit edilmiştir: 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; fakültede üçüncü yılda okutulmakta olan "Bilimin Tarihi ve Doğası" adlı seçmeli ders hakkında bilgiler verilmiştir.

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

1. Bilim mutlak gerçeklerle ilgilenmez. Bilim, mutlak gerçekliğe ulaşmayı hedeflemez. Bilimsel bilgi, insan yorumudur. Bilim, insanların tabiatı anlamak için oluşturdukları bir zihinsel girişimdir. Yerçekimine dair gerek Newton'un gerekse Einstein'ın yaklaşımları onların hayâl güçlerinin bir ürünüdür.
2. Nedensellik deneysel bir zorunluluk değildir. Nedensellik teorik bir prensiptir, yani insan zihninin bir ürünüdür. Tabiatta nedensellik gizli olarak bulunan bir prensip değildir.
3. Bilim değişkendir. Farklı dönemlerde farklı yaklaşımların benimsenmesi söz konusudur. Bu ise bize bilimin belli dönem ve zamanlarda bilim adamlarının uzlaşmasından başka bir şey olmadığını göstermektedir.
4. Bilim birikimsel bir şekilde ilerlemez. Aksine, kesintilerle ilerler. Geçen uzun zamanda Newton'un yaklaşımı, Aristo'nun, Einstein'ın yaklaşımı ise Newton'un yaklaşımının yerini almıştır.
5. Keşfe dayalı (Heuristic) prensipleri bulmanın belirli bir metodu yoktur. Bu prensiplerin ortaya konması psikolojik bir süreçtir. Bu prensipler, sezgisel olarak ortaya atılırlar. Ne Newton ne de Einstein, bu prensiplere ulaştıkları bir yöntemden bahsederler.
6. Teorilerde teorik ve deneye dayalı olmak üzere iki tür kavram vardır.

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

Çelik ve Bayrakçı (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkında sahip olduğu anlayışlar tespit edilmiş ve bu anlayışlara eğitim fakültelerinin programlarında yer alan “Fen, Teknoloji ve Toplum” dersinin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın örneklemini 212 öğretmen adayı oluşturmuştur. Bu öğretmen

adaylarının bilim anlayışlarını ve söz konusu dersin etkinliğini belirlemek amacıyla “VOSTS” madde bankasından seçilen maddelerden oluşan test 2002–2003 öğretim yılında dönem başı ve sonunda dersi alan öğrencilere uygulanmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilerden, öğretmen adaylarının bilimin daha çok süreç ve bilgi yapısı yönüyle tanımladıkları, “Fen, Teknoloji ve Toplum” dersini almadan önce bilimsel yasa, teori ve hipotezleri keşif olarak düşünürken dersi aldıktan sonra icat olarak düşündükleri belirlenmiştir. Dersten sonra bilimin olgularla ilgilendiği anlayışında artış olmuştur. Hem dersten önce hem de sonra bilim insanlarının bilimdeki rollerinin aşırı idealize edildiği, bilimsel teorilerin gerçeğin kopyaları olarak düşünüldüğü belirlenmiştir. Bilimsel yöntem ve modellerin kullanımı ile ilgili anlayışlarda olumlu yönde bir değişim olurken bilimsel yöntem ile ilgili anlayışlarda olumlu yönde değişme gözlenmemiştir. Adayların bilimde görüş birliği sağlama ve bilimsel bilginin niteliği konusundaki anlayışlarının dersten önce ve sonra modern bilim anlayışlarıyla uyuşmakta olduğu sonucuna varılmıştır.

Güzel (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, öğretmen adaylarının bilimin doğasını ne şekilde anladıkları belirlenmiştir. Örneklem fizik bölümünde okuyan 124 öğrenci ile fen edebiyat fakültesi fizik bölümünde okuyan 124 öğrenci olmak üzere toplam 248 öğrenciden oluşmuştur. Bu çalışmada öğrencilerin fakülte, sınıf ve cinsiyetlerine göre bilimsel bilginin doğasını anlama şekilleri incelenmiştir. Bu çalışmada Rubba (1975) tarafından geliştirilen “bilimsel bilginin doğası ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek 5 seçenekli likert türünde 48 önermeden oluşmaktadır. Veri analizleri bağımsız t testi ve tek yönlü varyans analizi ile yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, eğitim fakültesi öğrencilerinin açıklamasında yalın olma ve sınanabilir olma boyutunda bir fark bulunurken, diğer boyutlarda anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Yaratıcılık boyutunda erkekler lehine, birleştirici olma boyutunda ise kızlar lehine bir fark varken, diğer boyutlarda cinsiyete bağlı bir fark belirlenmemiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin sınıf düzeylerine göre bilimsel tutumlarını karşılaştırırken sadece ahlâkî değer boyutunda anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır.

İrez (2004a) tarafından yapılan ve doktora çalışmasının verilerini sunduğu bir çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından “Eğitim Fakültelerinin Yeniden Yapılandırılması Projesi” kapsamında çeşitli fen bilimleri alanlarına öğretmen yetiştiren programlara öğretim elemanı sağlamak amacıyla yurt dışına lisansüstü eğitimlerini tamamlamak üzere gönderilmiş 15 öğretmen yetiştiricisinin, bilim ve bilimin doğası

üzerine anlayışlarını inceleyen bir çalışmanın sonuçlarını sunmuştur. Bu çalışmada katılımcıların görüşleri nitel araştırma prensipleri doğrultusunda kendileriyle yapılan iki görüşme ile toplanmıştır. Elde edilen veriler katılımcıların düşünsel haritalarının oluşturulmasını içeren bir yöntemle analiz edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, katılımcıların çoğunun bilim ve bilimin doğası hakkında ciddi ve potansiyel olarak tehlikeli kavram yanılgıları olduğunu göstermiştir. Bu yanılgıların özellikle bilimsel yöntemin doğası ve bilimsel bilginin değişkenliği üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu çalışmada belirtilen yanılgıların öğretmen yetiştirme ve dolayısıyla eğitim sistemine nasıl yansiyebileceğini tartışmakta ve ne gibi önlemler alınmasına ihtiyaç olduğu hususunda fikirler ileri sürmektedir.

İrez (2004b) tarafından yapılan bir diğer çalışmada hizmet öncesi öğretmen yetiştiricisinin bilimin doğası ve fen bilgisi eğitimi üzerine düşünceleri nitel olarak araştırma prensipleri doğrultusunda kendileriyle yapılan iki mülakatla elde edilmiştir. Katılımcıların bu iki bilgi alanı hakkındaki düşünceleri önce ayrı ayrı analiz edilmiş daha sonra aralarındaki ilişki mikro ve makro seviyede incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, katılımcıların bilim ve bilimi doğası hakkındaki görüşlerinin yetersiz, çelişkili ve yeterli olmak üzere üç grupta toplandığını göstermiştir. Buna karşılık katılımcıların fen bilimleri eğitimine yaklaşımları bilgi aktarımına dayalı, keşfe dayalı, aktiviteye dayalı ve kavramsal değişmeye dayalı olarak dört grupta toplanmıştır. Bu iki bilgi alanı arasında makro düzeyde yapılan inceleme dolaylı bir ilişki ortaya koyarken, mikro düzeyde yapılan inceleme katılımcıların bilimin belirli özellikleri hakkında sahip oldukları anlayışların (örneğin bilimsel yöntem) onların fen bilimleri eğitiminin bazı önemli öğeleri üzerine olan yaklaşımlarını (örneğin laboratuvar faaliyetleri) birebir etkilediği tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçların öğretmen yetiştirme ve fen bilimleri eğitimi açısından önemini tartışmakta ve geleceğe yönelik önerilerde bulunmaktadır.

Gürses ve meslektaşları (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, kimya ve sınıf öğretmen adaylarının bilim ve bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın örneklemi; Atatürk Üniversitesi K.K. Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği üçüncü sınıfında okuyan 37 ve Erzincan Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan 78 olmak üzere toplam 115 öğretmen adayından oluşmaktadır. Bu öğrencilerin, bilimsel teori, teorinin doğası ve doğa kanunu hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak için kendilerine; Teori ve kanunlar değişir mi?, Teoriler ve

kanunlar buluş mu yoksa icat mıdır?, Kalem ve ona etki ettiğini düşündüğünüz kuvvetin varlığına dair ne söylenebilir?, Yerçekimi kuvvetinin varlığını nasıl ispat edebilirsiniz? Ve Teori ne işe yarar? şeklinde bazı açık uçlu sorular sorulmuştur. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar yazılı olarak alınmış ve analiz edilmiştir. Verilerin analizinden; öğrencilerin teorilerde geçen teorik ve deneye dayalı kavramlar arasında ayırım yapamadıkları, bilimsel ispat konusunda da büyük oranda aynı düşünceye sahip oldukları, teorilerin değişebilir olduğuna ve kanunların ise değişmeyeceğine inandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum, üniversite seviyesindeki öğrencilerin teori, kanun ve ispat konusunda hem bilgi eksikliği hem de yaygın kavram yanılgılarına sahip oldukları şeklinde analiz edilmiştir. Bu çalışma sonucunda yazarlar; üniversitede bilimin doğası ve bilim felsefesi gibi derslere daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği şeklinde önerilerde bulunmuştur.

Kılıç ve meslektaşları (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, lise 1 öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını anlama seviyeleri belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca, bu bilginin cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değişip değişmediği sorusuna da cevap aranmıştır. Örneklem, dört farklı okul türünden - devlet lisesi, Anadolu lisesi, meslek lisesi ve süper lise - 575 öğrenciden oluşmuştur. Veriler, Rubba ve Anderson (1975) tarafından geliştirilen “*Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği*” kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizi, çoklu varyans analizine göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, lise 1 öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını algılamaları, cinsiyete ve okul türüne bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bilimsel bilginin doğasıyla ilgili yeterli bilgilere sahip değildir.

Bu bölümde özetle; bilimin doğasının tanımı açıklanarak fen eğitimiyle ilişkisi kurulduktan sonra öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili benimsedikleri kavramların incelenmesine yönelik yapılan çalışmalar analiz edilmiştir. Buna ilâve olarak, bilimin doğasının öğretilmesine yönelik yaklaşımların neler olduğu ve ne ölçüde etkili olabildikleri tartışılmıştır. Buradan hareketle mevcut çalışma kapsamında tasarlanacak bilimin doğası öğretim etkinliklerinde bilimin doğasının hangi unsurlarının vurgulanabileceği ve bunların ne şekilde öğretilebileceği tartışılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili ulusal literatürde yer alan araştırmalardan elde edilen sonuçlar da detaylı olarak incelenmiştir. Bu bağlamda uluslararası literatürdeki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla tutarlı olacak şekilde ülkemizdeki öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin

bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip olmadıkları sonucuna varılmıştır. Ulusal literatürde özellikle ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinin değerlendirilmesine ve bilimin doğasının onlara öğretilmesine yönelik bir çalışma yoktur. Bu nedenle araştırmanın örneklemi olan katılımcı öğrenciler için bilimin doğasının dört temel unsurunu –kesin olmama, deneysel olma, çıkarıma dayalı olma ve yaratıcılık ve hayâlcilik- içeren etkinliklerin hazırlanması ve bunların doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı kullanılarak işlenmesine karar verilmiştir. Bu yaklaşımın seçilme nedeni, öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğasını öğrenmeleri açısından diğerlerine oranla daha etkili olduğuna inanılması olmuştur (Akerson vd., 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz ve Lederman, 2002).

Literatürde, öğrencilerin bilimin doğasını yeterli bir seviyede öğrenebilmeleri için öncelikle öğretimi yapacak öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili benimsediği kavramların yeterli olmasının bir ihtiyaç olduğu belirtilmektedir. Fakat bilimin doğasıyla ilgili kavramları zayıf olan bir öğretmenin oldukça yapılandırılmış bilimin doğası etkinliklerini öğretirken nasıl bir performans sergileyebileceği, ne ölçüde başarılı olabileceği ve bu uygulama sonucunda bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu ön kavramlarının nasıl değişebileceği hususu açık değildir. Buna ilaveten, bilimin doğasının öğretilmesine yönelik doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yapan öğretmenin sahip olduğu ön kavramlar ile işlemesi istenen yeni kavramları nasıl birleştirebileceği veya içselleştirebileceği konusu da eksiktir. Literatürdeki çalışmaların daha çok lise veya kolej seviyesindeki öğrencilerle yapılmasına karşın, mevcut çalışmanın daha alt öğrenme seviyelerindeki ilköğretim öğrencileriyle yapılıyor olması önem taşır.

Bundan sonraki bölümde araştırmanın yöntemi, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin, bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının belirlenmesi ve tasarlanan doğrudan-yansıtıcı öğretim yaklaşımına dayalı etkinliklerin uygulanması sonucunda, bu kavramlarda ortaya çıkan değişimlerin tespiti amaçlanmıştır. Bu bağlamda mevcut bölümde, araştırmanın tasarlanması, metodolojisi, örnekleme, veri toplama araçlarının hazırlanması ve kullanılan diğer araştırma yöntemleri, toplanan verilerin işleniş ve analiz süreçleri kapsamlı olarak açıklanmıştır.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Bilimin doğasının öğretimi her seviyedeki öğrenci için ve büyük ölçüde fen bilimleri derslerine yönelik önemli bir öğrenme hedefi olarak kabul edilmektedir. Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili ifadelerle, ülkemizde 2005 yılı itibarıyla pilot çalışmaları devam eden ve 2006 yılı itibarıyla uygulanmaya başlanacak olan fen ve teknoloji dersi öğretim programı kapsamında yer verilmiştir (MEB, 2005). Bu programın genel amaçları arasında; “Fen ve teknolojinin doğasını; fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimleri anlamalarını sağlamak” ifadesi yer almaktadır. Fakat bilimin doğasının öğretimine yönelik öğretmenlere sunulan ve etkinliği bilinen somut etkinlikleri içeren kaynaklar ulusal literatürde bulunmamaktadır. Burada, araştırmaya ve incelemeye dayalı etkinlikleri içeren ve öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmalarını teşvik eden bir öğretim programı olan fen ve teknoloji öğretim programındaki etkinliklere katılan öğrencilerin, bilimin doğasını bir yan ürün olarak öğrenebilecekleri varsayılabilir. Literatür incelendiğinde ise; öğrencilerin akademik başarı ve performanslarının artırılmasında önemli bir yere sahip olan araştırmaya ve incelemeye dayalı öğretim programlarının öğrencilerin bilimin doğasını yeterli seviyede öğrenebilmeleri açısından etkili olamadığı bilinmektedir (Crumb, 1965; Trent, 1965; Jungwirth, 1970; McComas, 1996; Moss vd., 1998; Moss vd., 1998; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Bu durum, literatür kısmında bilimin doğasının öğretiminde dolaylı yaklaşımın etkisi tartışılırken açıklanmıştır (sayfa15).

Bu bağlamda, ülkemizde ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını öğrenmelerine yardımcı olabilecek doğrudan-yansıtıcı öğretim etkinliklerinin hazırlanması ve öğretmenlerin kullanımına sunulması, bilimin doğasını yeterli seviyede bilen öğrencilerin yetiştirilmesi açısından önem taşır. Buradan hareketle, ilköğretim yedinci sınıf seviyesindeki öğrencilerle çalışmaya karar verilmiştir. Bu sınıf seviyesindeki öğrencilerden bilimin doğasının hangi unsurlarını öğrenmelerinin beklendiği hususu uluslararası fen eğitimi dokümanlarının incelenmesinden ortaya çıkmıştır (AAAS, 1993; NRC, 1996). Bundan sonraki aşamada, odaklanılan bu unsurları ilköğretim öğrencilerine öğretebilecek tarzda etkinliklerin bulunması, tasarlanması veya adapte edilmesi işlemlerine başlanmıştır.

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramlar derinlemesine incelenmiştir. Bir öğretmenin bilimin doğası hakkında yeterli kavramlara sahip olması, bilimin doğasını kendi sınıfındaki öğrencilere öğretebilecek etkinlikleri tasarlamaya çalışabilmesi veya önceden hazırlanmış etkinlikleri kullanabilmesi ve bunun için çaba harcayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Buradan hareketle, mevcut çalışmada ilk olarak, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin ve fen bilgisi dersini yürüten öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramlar incelenmiş ve sonra ise bilimin doğasıyla ilgili bilimsel olarak kabul edilen kavramları öğrencilere kazandırabilecek öğretim etkinlikleri tasarlanarak, bu etkinliklerin ders öğretmeni tarafından öğretimi yapılan yedinci sınıfların birinde uygulanması sağlanmıştır. Bu materyalin temel amacı; öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlar kazandırmaktır. Bu çalışma boyunca, hem nitel hem de nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Fakat öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğası hakkındaki kavramlarının gelişimi çoğunlukla nitel olarak analiz edildiğinden dolayı, araştırma nitel (qualitative) bir çalışma olarak kabul edilebilir. Bu çalışma ayrıca, çoğunlukla öğretmen ve öğrencilerden oluşan katılımcıların bilimin doğasının farklı unsurlarına yükledikleri anlamlara odaklandığı için, doğası itibarıyla yorumlayıcı (*interpretive*) bir araştırmadır (LeCompte ve Preissle, 1993). Bu araştırma yaklaşımı hakkında detaylı bilgilere aşağıda yer verilmiştir:

İnsanlarla ilgili olayların veya eylemlerin ancak nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan yorumlayıcı araştırmayla açıklanabileceği kabul edilmektedir (McNabb, 2002). Bu yaklaşımda araştırmacı, bir olay hakkındaki yorumlara, sosyal olaylara veya eylemlere sübjektif anlamlar yükleyerek varır. Bu türden bir araştırma yaklaşımının tercih edilme sebebi; insanların sosyal şartlarda ve koşullarda ortaya koydukları eylemlerin tam olarak anlaşılmasına fırsat vermesidir. Bir araştırma; insanların sosyal olaylara yüklediği anlamların doğrudan öğrenilmeye çalışıldığı varsayımı üzerine inşa edilirse, yorumlayıcı araştırma olarak kabul edilir (McNabb, 2002). Bu nedenle, yorumlayıcı araştırma her zaman bağlam-yüklüdür (context-laden). Burada hemen belirtmek gerekir ki mevcut çalışmanın bir yorumlayıcı araştırma olarak kabul edilmesinin nedeni; çalışma boyunca araştırmacının öğrencilerin ve ders öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını incelerken, bilimin doğasının incelenen unsurlarına yükledikleri anlamlara odaklanması ve bunu farklı araştırma yöntemleriyle ortaya çıkarmaya çalışmasıdır. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002), altıncı sınıf seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını inceledikleri bir makalede neden yorumlayıcı araştırma yaklaşımını kullandıklarıyla ilgili olarak “bu çalışma doğası itibariyle yorumlayıcıdır ve katılımcıların bilimin doğasının vurgulanan unsurlarına atfettikleri anlamlara odaklanmıştır” (s.557) şeklinde bir ifade kullanmıştır. Bu araştırma yaklaşımının temel amacı; insanların deneyimleriyle ilgili birçok açıklama ve yorum üretmektir.

Bu araştırmanın verileri, pilot ve esas uygulamaların birbirini takip ederek yürütüldüğü bir dönemlik sürede – 2004–2005 eğitim ve öğretim yılında - toplanmıştır. İncelenen öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramları ve tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra bu kavramlarda ortaya çıkan değişimleri açık bir şekilde ortaya koymak için, açık uçlu sorulardan oluşan iki anket – Bilimin Doğası Öğrenci Anketi ve Bilimin Doğası Öğretmen Anketi – ve öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki görüşlerindeki değişimi incelemek için hazırlanan “Bilimsel Bilginin Doğası Anketi” çalışmanın başında ve sonunda örnekleme iki defa uygulanmıştır. Bu anketlerin içeriği ve ne şekilde uygulandığı hakkındaki detaylı bilgilere Bölüm 2.4.1.1 ve 2.4.1.2’de yer verilmiştir. Bundan hemen sonra, ankette yer alan ve daha fazla açıklanması istenen noktaların irdelenmesi ve özellikle de anket verilerinin geçerlik ve güvenirliğinin sağlanması amacıyla, ankete cevap veren öğrencilerle ve öğretmenle 30-45 dakika süren derinlemesine yarı yapılandırılmış mülâkatlar yürütülmüştür. Bu mülâkatlar boyunca, öğrencilere ve öğretmene daha önce doldurdukları anket formlarının bir kopyası

verilmiş ve yazdıkları cevaplar üzerinde daha ayrıntılı açıklama yapmaları için ilave sorular yöneltmiştir. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin fenne karşı tutumlarına etkisini incelemek için, öğretimin başında ve sonunda olmak üzere, toplam iki defa olmak üzere, geliştirilen fenne karşı tutum ölçeği öğrencilere uygulanmıştır. Bu ölçme araçları hakkında detaylı bilgilere Bölüm 2.4.1.3.'de yer verilmiştir.

Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlamadan önce yapılan bu ön çalışmalardan sonra, öğrencilerde bilimin doğası kavramlarının yapılanmasını hedefleyen bilimin doğası öğretim etkinlikleri on hafta ve toplam yirmi saat süreyle ve incelenen ders öğretmeni tarafından İş Eğitimi dersinde uygulanmıştır. Bu öğretim etkinlikleri bilimin doğasının öğretimini içerecek şekilde ve fen eğitimi dokümanlarında 5–8. sınıf seviyelerindeki öğrencilerinin kazanması beklenen bilimin doğasının unsurları üzerine odaklanan toplam on iki etkinlikten oluşmaktadır. Bu etkinliklerin uygulanması boyunca yürütülen her bir etkinlikten sonra, öğrenci ve öğretmenlerin izlenimlerini, düşüncelerini ve yansıtmaalarını içeren yazılar yazmaları istenmiştir. Bununla birlikte öğretim etkinlikleri kapsamında öğrencilerin çalışma yaprakları ve ürettikleri modeller ve çizimler de önemli veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Etkinlik sunumlarının tamamı video ve ses kayıt cihazına ayrı ayrı kayıt edilmiş ve araştırmacı tarafından analizleri uygulama tamamlandıktan sonra yapılmıştır. Bu kayıtlar özellikle de pilot uygulama verilerinin değerlendirilmesinde ve esas uygulama için öğretmene dönüt verilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra, öğrencilerin bilimin doğası kavramlarının, fenne karşı tutumlarının ve bilimsel bilginin doğası hakkındaki görüşlerinin ne ölçüde değiştiğini belirlemek amacıyla son anket ve mülakat çalışmaları ile öğretmenin bilimin doğası kavramlarının nasıl değiştiğini içeren son anket ve mülakat çalışmaları yapılarak araştırma tamamlanmıştır.

2.3. Bilimin Doğasıyla İlgili Etkinliklerin Tasarlanması

Bu etkinlikler, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerine, fen eğitimi reform dokümanlarında belirtilen bilimin doğasının dört temel unsuru hakkında bilimsel olarak kabul edilen kavramlar kazandırmayı hedeflemektedir. Etkinlikler, araştırmanın giriş bölümünde açıklanan ve ilköğretim 5–8 sınıf seviyelerindeki öğrencilerin bilim ve bilimsel bilginin doğası ile ilgili öğrenmesi beklenen ve NSES dokümanında açıklanan dört temel

unsur üzerine odaklanan toplam on iki etkinliği içermektedir (AAAS, 1993; NRC, 1996). Etkinliklerde yine giriş bölümünde açıklanan; bilimin doğasının öğretiminde tarihsel, dolaylı ve doğrudan öğretim yaklaşımına oranla daha etkili olduğu sonucuna varılan “doğrudan ve yansıtıcı yaklaşım” tercih edilmiştir. Bu etkinlikler kapsamında bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesine yönelik olarak tasarlanan etkinliklerin her birinin pilot çalışması, esas uygulamayı da yapan fen bilgisi öğretmeni tarafından ve esas uygulamanın yapıldığı okuldaki bir diğ er 7. sınıf öğrencileriyle yapılmıştır. Bu şekilde, pilot çalışma verilerine ve öğretmenin belirttiğ i noktaların analizine bağı lı olarak, etkinliklerin içeriğ inde ve iş leniş inde bazı küçük değı şiklikler yapılmıştır.

Bu etkinliklerde öğrenciler tüm çalışma boyunca grup çalışması yapmış lar ve her bir etkinlik öğretmen tarafından ortaya atılan bir soru veya bir gösteri ile başlamıştır. Etkinliklerin her biri, öğrencilerin bilimin doğasının dört temel özelliğ ini açık bir şekilde ortaya koyacak ve sınıfta sunulan fikirlerin aktif bir şekilde açıklanmasını ve tartışılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Etkinliklerin bazılarında kullanılan öğretim senaryoları (örneğin ikinci etkinlikteki kuş senaryosu) ve resimler (örneğin, ikinci etkinlikteki kuş izleri ve üçüncü etkinlikteki insan karikatürü ve genç-yaş lı bayan karikatürü) literatürden alınmıştır (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bununla birlikte bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin tasarlanmasında iki önemli kaynak kullanılmış tır. Bunlar; Lederman ve Abd-El-Khalick (1998) ve ENSI (1999) tarafından yapılan çalışmalardır. İçeriğ in ve bilimsel süreç becerilerinin tartışılmasında, yansıtıcı bir bilimin doğası unsuru takip edilmiştir. Her bir etkinlikten sonra, bilimin doğasının bazı unsurlarına özellikle dikkat çekilmiş ve yapılan etkinlik ile bu unsurlar arasındaki ilişkiler üzerinde öğrencilerin yansıtma yapmaları ve tartışmaları için kendilerine rehberlik edilmiştir.

Bu etkinliklerde bilimin ve bilimsel bilginin dört temel özelliğ i üzerine odaklanılmış tır:

- a) Bilimsel bilginin deneysel olması,
- b) Bilimsel bilginin kesin olmaması,
- c) Gözlem ve çıkarım arasındaki fark olması,
- d) Bilimsel bilginin insan yaratıcılığ ının ve hayâl gücünün bir ürünü olması.

Etkinliklerin her birinde odaklanılan bilimin doğasıyla ilgili temel kavramlar ve ilgili diğ er kavramlar ayrıca açıklanmıştır. Bilimin doğasının öğrencilere kavratılmasıyla ilgili

tasarlanan ve uygulanan öğretim etkinliklerin konusu, içeriği ve işleniş şekliyle ilgili bilgilere aşağıda sırayla ve ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Bu etkinliklerin tamamı Ek 1’de sunulmuştur.

Etkinlik 1. Küplerin İncelenmesi

Bu etkinlikte, öğrencilerin bilimsel bir araştırma sürecinde takip edilen temel işlemleri tecrübe etmeleri ve bilimin doğası hakkındaki temel unsurlarla ilgili kavramları incelemeleri hedeflenmiştir. Bununla birlikte etkinlik, öğrencilerin araştırmaya-incelelemeye dayalı yönetime uyum sağlayabilmeleri için tasarlandığından, kendinden sonra uygulanacak etkinlikler için hazırlayıcı etkinlik özelliğine sahiptir. Bunun yanında etkinlik bütün öğrencilerin, araştırmanın ve bilimin doğası hakkındaki anlamalarının gelişmesi için önemli bir fırsat sağlamaktadır.

Bu etkinlik, kırk dakikalık dört ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinliğin başında öğretmen, sınıfa “bilimle ilgilenen bir kişi işini nasıl yapar?” ve “Bir çalışmanın bilimsel olmasından ne anlıyorsunuz?” sorularını sorarak, öğrencilerin bilimsel araştırma süreci ve bilimin doğası ile ilgili düşünerek sahip oldukları fikirleri sınıfla paylaşımlarını istemiştir. Bundan sonra, öğretmen öğrencilerin karşılaştıkları bir olayla ilgili sorular sormalarını teşvik etmek için, kenarlarında sayılar bulunan küpleri, altlarında aynı sayılar olacak şekilde öğrencilerin masalarının ortasına bırakarak, küple ilgili sorular üretmelerini istemiştir. Bu soruların her birini dikkatlice dinledikten ve bazılarını tahtaya yazdıktan sonra, daha genel bir soru olan; “Küpün tabanında hangi sayı vardır?” sorusuna odaklanmalarını istemiştir.

Etkinliğin devamında, grup çalışması yapmak için dört kişilik kare şeklindeki masaların etrafında oturan öğrencilerin her biri, bulundukları yerden küple ilgili gözlem yaparak sorunun cevabını bulmak için yoğun bir çaba harcamıştır. Bu etkinlikte öğrencilerin araştırılan sorudan hareketle gözlem yapmaları, ortak çalışma yaparak gözlemlerden elde ettikleri verileri birleştirmeleri ve tartışmaları, en sonunda da küpün tabanındaki sayı hakkında ortak bir karara varmaları ve bunu, delillerle savunmaları teşvik edilmiştir. Tartışmalardan sonra küpler, tabanlarındaki sayılar öğrencilere açıkça gösterilmeden masalardan toplanmış ve bu etkinlikte “bilimin kesin olmayan doğası” arasında bağlantı kurmaları istenmiştir.

İkinci küp etkinliği için, birinciyle benzer şekilde, öğrencilerin gruplarındaki arkadaşlarıyla çalışarak birinci küple karşılaştırıldığında biraz daha karışık olan ikinci küpün kenarlarındaki isim ve sayılar arasındaki ilişkileri keşfetmeleri ve küpün tabanındaki isim ve sayılar hakkında deliller ileri sürerek açıklamalarda bulunmaları teşvik edilmiştir. Bu etkinlikte incelenen soru birinci küple benzer şekilde “Küpün tabanında ne vardır?” sorusudur. İkinci küp etkinliği uygulanırken, her bir çalışma grubu, araştırma süreçlerini kendilerine verilen çalışma kâğıtlarına kaydetmiş ve araştırma süreci tamamlandığında grup sözcüleri vardıkları sonucu detaylı olarak sınıfa sunmuşlardır. Bu etkinlikte de küpler, tabanları öğrencilere açıkça gösterilmeden masalardan toplanmış ve uzaklaştırılmıştır.

Etkinliğin üçüncü saatinde, öğrencilerin, değerlendirme amacıyla kullanılacak ve birbirleriyle değiştirebilecekleri birer küp tasarımları istenmiştir. Kırk dakikalık dersin ilk yarısında, grupların tasarladıkları küpleri diğer gruplarla değiştirerek, yine aynı soru bağlamında “küpün tabanında ne vardır?” incelemeleri ve kendilerine verilen çalışma kâğıtlarını doldurmaları istenmiştir. Etkinliğin son saati ise öğrencilerin ve ders öğretmenin etkinlikle ilgili fikir ve düşüncelerini yazarak yansıtılarda bulunmaları için ayrılmıştır. Bu yansıtıcı yazılar, öğrencilerin çalışma kâğıtları ve etkinliğin işleniş süreci, etkinliğin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

Etkinlik 2. Hileli İzler!

Bu etkinlik öğrencilerin bilimsel bir araştırmada gözlem ve çıkarım arasındaki farkı ve bilimin kesin olmayan doğasını kavramalarını amaçlamaktadır. Etkinliğin ilk kısmında, öğrencilere “bir konu hakkında sahip olunan farklı fikirlerin hepsinin doğru cevabı temsil etmeyeceği” mesajı verilmeye çalışılmıştır.

Bu etkinlik kırk dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinlikte, projektör yardımıyla ekrana değişik şekiller (Ek Şekil 2.1., 2.2 ve 2.3) yansıtılmış ve her bir durumda ne olmuş olabileceği, öğrencilere sorularak bunları açıklamaları istenmiştir. Yaptıkları açıklamaları önce çalışma kâğıtlarına yazmaları ve sonra sınıfla paylaşmaları teşvik edilmiştir. Bu resimlerle ilgili öğrencilerin ortaya attığı senaryolar üzerinde odaklanılarak, gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavramaları sağlanmıştır. Yine, aynı veriyle – resim - ilgili olarak farklı çıkarımlarda bulunulmasının mantıklı olduğu fakat yine de yapılan bu çıkarımların veriyi tam olarak açıklamasının mümkün olamayacağı üzerinde durulmuştur. Bu etkinliğin sonunda, aynı verilere dayalı olarak aynı soru hakkında eşit

derecede birçok destekli çıkarımın yapılabileceği belirtilmiştir. Bilimle ilgilenen kişilerin, doğal olaylar hakkında sorulan sorulara cevap bulmaya çalışırken benzer çıkarımlarda bulundukları ifade edilmiştir.

Bilim insanlarının sordukları sorularla ilgili cevaplarının ellerindeki verilerle tutarlı olmasına rağmen, tek bir cevabın o veriyi yalnız başına açıklayamadığı hususu tartışılmıştır. Etkinlik boyunca bilimin doğasıyla ilgili kavramlar hakkında açıklama yapılırken, öğrencilerin etkinlikle ilgili deneyimlerine atıfta bulunularak, bilim insanlarının da aslında gerçekte ne olduğuyla ilgili cevapları kolayca bulmalarının mümkün olmadığı tartışılmıştır.

Etkinlik 3. Yaşlı Öğretmen!

Bu etkinlikte, “bir bilim insanının herhangi bir olaya yaklaşırken sahip olduğu bilgi ve beklentinin türünün, o olayı yorumlama şeklini etkileyebileceği” üzerinde durulmuştur. Kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanan bu etkinlikte, öğrencilere projektör yardımıyla yansıtılan mesleğe yeni başlayan bir öğretmene ait olduğu söylenen karikatürler gösterilmiştir. Bu karikatürleri inceleyerek, öğretmen yaşlanırken yüzünde ne gibi değişikliklerin olduğunu fark etmeleri istenmiştir. Etkinliğin sonuna doğru karikatürlerin bir bayanın vücuduna ait olduğu söylenmiş ve neden resimde bayanı değil de öğretmenin yüzünü gördükleri sorulmuştur. Bu tartışmalardan hareketle, belli bir bakış açısının aynı veride (çizim) bile ne görüldüğünü (bir adam yüzü) ve neyin görülemediğini (kadın vücudu) etkileyebileceği açıklanmıştır. Benzer şekilde, bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilginin, deneyimin ve beklentilerin çeşidinin, elindeki veride neyi fark ettiğini etkilediği belirtilmiştir. Ve hatta kendilerine çelişkili veri sunulmazsa, bilim insanlarının çoğu zaman bir olayla ilgili sahip oldukları görüş açılarını terk etmedikleri (örneğin, çizim bir yüzdür) açıklanmıştır. Bilim insanlarının, eski görüşlerinden vazgeçip yenilerini kabul etmeleri için çoğunlukla kendi bildiklerinin aksini ortaya koyan veriye ihtiyaç duydukları hususu tartışılmıştır.

Etkinlik 4. Genç mi? Yaşlı Mı?

Bu etkinlikte, bilim insanlarının aynı veri parçalarına veya veri gruplarına bakmalarına rağmen, farklı şeyler görmelerinin mümkün olduğu üzerinde durulmuştur. Bu etkinlik kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinlikte projektör yardımıyla değişik şekiller (Ek Şekil 4.1., 4.2 ve 4.3) ekrana yansıtılarak öğrencilere ne gördükleri sorulmuştur. Öğrencilerden bazıları yaşlı kadını ve diğerleri ise sadece genç bir kadını fark etmiştir. Fark edemeyen öğrencilere dikkatlice bakmaları durumunda fark edebilecekleri hatırlatılmıştır. Bu süreçte yapılan tartışmalardan hareketle aynı resmi inceleyen iki farklı kişinin değişik şeyleri görmelerinin mümkün olabileceği hatırlatılmıştır. Bu noktada, öğrencilerle birlikte, bir bilim insanının mevcut bilgisinin ve deneyimlerinin, belli bir veriyi belli bir bakış açısından görmesinin ne anlam ifade ettiği hususu tartışılmıştır. Şekilde genç kadının yüzünü göremeyen öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak, bilim insanlarının da bazen sorularıyla ilgili bazı veri parçalarını görmekte veya algılamakta başarısız olabildikleri hatırlatılmıştır. Bilim insanlarının da bazen, öğrencilerin aynı veri parçalarından - örneğin çizim- tamamen farklı şeyler çıkarımda bulundukları gibi aynı veri grubundan farklı şeyler çıkarsama yapma eğiliminde oldukları üzerinde durulmuştur. Bu noktada, dinazorların varlığı ve nesillerinin tükenmesi ile ilgili bilim insanlarının yaptığı farklı çıkarımlardan ve bu çıkarımlarda hayâlciliğin ve yaratıcılığın rolü üzerinde ayrıca tartışılmıştır.

Etkinlik 5. Su Üreteci

Bu etkinlikte odaklanılan temel kavram; bilim insanlarının bir olayla ilgili yaptıkları gözlemleri açıklamak için birden çok model kurduklarından dolayı, bilimin kesin olmadığıdır. Etkinlikte, bir olayla ilgili varolan modellerin deneysel sonuçlara göre doğrulandığı veya değiştirildiği ile bilimin; gözlemleri, tahmin yapmayı, hipotez kurmayı ve model inşa etmeyi, işbirliği içinde öğrenmeyi içerdiği gibi kavramlara odaklanılmıştır. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin; kendilerine sunulan sistemin iç yapısıyla ilgili kâğıttan bir model (diyagram) tasarlamak için grup arkadaşlarıyla birlikte çalışmaları ve inşa ettikleri modelleri sınıfta sunarak tasarımlarını savunmaları hedeflenmektedir.

Bu etkinlikte öğretmen öğrencilere yeni geliştirdiği bir cihazdan bahsederek nasıl çalıştığını bir deneyle sınıfa göstermiştir. Bundan sonra, olayla ilgili problem hakkında “cihaz nasıl çalışmaktadır?” sorusunu düşünerek ve birlikte çalışarak model kurmaları ve

kurdukları modeli delillerle savunmaları istenmiştir. Etkinlikte cihazın iç yapısı öğrencilere açık bir şekilde gösterilmeden ortamdan uzaklaştırılmış ve bu durum, bilimsel modellerin doğayla ilgili tahminler olduğu ve modellerin doğru olduğu hakkında asla emin olunamayacağının tartışılması için planlanmıştır. Farklı grupların kurdukları değişik modellerin aslında hipotezler olduğu hususu belirtilerek, bu modelleri hazırlayarak test etmeleri ve sonuçlarını sınıfla paylaşmaları istenmiştir. Bu etkinlik kırk dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 6. Kâğıt Rulolar

Bu etkinlikte öğrencilere kâğıt ruloları kullanılarak hazırlanan bir sistem gösterilerek nasıl çalıştığı deneyle sunulmuştur. Bundan sonra, öğrencilerden birlikte çalışarak rulonun iç yapısının nasıl olduğunu düşünceleri ve kendilerine verilen hazır ruloları kullanarak etkinlikte kullanılabilecek bir tane inşa etmeleri istenmiştir. Birlikte çalışan öğrenciler, fikirlerini tartışarak rulonun iç yapısıyla ilgili hipotezler kurmuş ve bu hipotezlere dayalı olarak bazı modeller hazırlamıştır. Bundan sonra her bir takım, hazırladığı modeli nasıl çalıştığını da sunarak açıklamıştır ve kendi modelinin etkinlikte sunulana en çok benzediğini ileri sürmüştür. Bu etkinliğin en sonunda, öğretmen kullandığı rulonun iç kısmını öğrencilere göstererek, öğrencilerinki ile aynı işlevi görmesine rağmen iç yapısının onlarınkine tıpa tıp benzemediğini açıklamıştır. Bu etkinlik, öğrencilerin “bilimde çıkarımın rolünün ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını” hissetmeleri ve “bilimde kurulan modellerin sürekli bir değişim içinde olduğunu” anlamaları için önemli bir araç olarak kullanılmıştır. Bu etkinlik kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 7. Hipotez Kutuları

Bu etkinlikte gruplara değişik renklerde ve büyüklüklerde kutular verilerek bu kutuların iç yapısı hakkında model kurmaları ve kurdukları modeli çizimlerle göstermeleri istenmiştir. Öğrenciler, birlikte çalışarak ve zaman zaman diğer gruplarla da işbirliği yaparak, kutuların iç yapısıyla ilgili değişik modeller üretmişlerdir. Bu etkinlikte her bir gruptan kutunun iç yapısıyla ilgili modeli üretirken izledikleri bilimsel süreci rapor etmesi istenmiştir. Bu etkinlik bilimde kesin olmamanın rolünün açıklanması ve kesin olmamanın ise birlikte çalışarak en aza indirilebileceği hususları üzerinde vurgu yapılarak

tamamlanmıştır. Etkinlikte ayrıca öğrencilerden incelenen kutular ile atom modeli ve dünyanın iç kısmının incelenmesi arasında bağlantı kurmaları istenmiştir. Bu şekilde bilimde gözlem ve çıkarım ile yaratıcılık ve hayâlciliğin rolü üzerinde tartışılmıştır. Etkinliğin değerlendirme kısmında ise doğanın hangi taraflarının ve niçin kutu etkinliğine benzediği sorularak, öğrencilerin tartışmaları sağlanmıştır. Etkinlik, kırk dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 8. Delikli Şişe

Bu etkinlikte, bilimin hipotez kurmayı ve kurulan hipotezleri test etmeyi içerdiği ve dolayısıyla öğrencilerin bilimin deneysel doğasını anlamaları üzerinde durulmuştur. Bu etkinlikte incelenen kavramlar; bilimsel bilgi geçicidir, kesin değildir ve değişebilir; hipotezler, sadece iyi tahminler değil, doğal olayların olası açıklamalarıdır; bir hipoteze dayalı olarak yapılan tahminler, deneylerin beklenen sonuçlarıdır; Bazı hipotezler; a) bir şeyin nedenini oldukça iyi açıklaması; b) farklı bir test önermesi ve c) basit olması anlamında diğerlerinden daha iyidir şeklinde sıralanmıştır.

Etkinlikte üzerinde üç delik bulunan ve deliklerin tümü elektrik bandıyla kapatılan plastik bir su şişesinin üzerindeki deliklerin her biri sırayla ve öncelikle, öğrencilere ne olacağı sorulduktan sonra açılmış ve tahminleriyle gözledikleri olay arasında ilişki kurmaları istenmiştir. Bundan sonra sırayla ikinci ve üçüncü delik açılmıştır. Her bir durum için öğrencilerin kendilerine verilen çalışma yaprağını doldurmaları istenmiştir. Bu etkinlikten sonra aynı şişe yan tarafı üzerinde yatırılarak bir önceki etkinlikteki adımlar aynen uygulanmıştır. Etkinlikte hipotez kurma ve hipotezin test edilmesi ve hangi durumlarda kabul ve hangi durumlarda ise reddedileceği üzerinde tartışma yapılmıştır. Etkinlik kırk dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 9. Hadi Bul Bakalım!

Bu etkinlikte, “bir bilim insanının sadece topladığı verilerden anlam çıkarmaya çalışması durumunda, hiçbir yere varamayacağı” üzerinde odaklanılmıştır. Bu amaçla araştırmacı tarafından yazılan bir metin projektör yardımıyla ekrana yansıtılmış ve öğrencilere metinden ne anladıkları sorulmuştur. Metindeki cümlelerin ve kelimelerin her biri kendi başına anlamlı olmasına rağmen, metnin bütününden öğrencilerin hiç bir anlam

çıkaramadığı fark edildikten sonra, bu metnin bir taşıtla ilgili olduğu öğrencilere söylemiştir. İkinci durumda öğrencilerin cümlelerin tümünden bir anlam çıkardıkları belirlenmiştir. Bu süreçte yaşanan tartışmalar kullanılarak, bilim insanlarının veriyi bağlama yerleştirmek için daha önceki bilgilerini, deneyimlerini ve beklentilerini kullandıkları ve ancak bundan sonra ellerindeki verilerden anlam çıkarabildikleri veya onları yorumlayabildikleri konusu üzerinde vurgu yapılmıştır. Bu etkinlik kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 10. Kutunun İçinde Ne Var?

Bu etkinlikte içinde değişik nesneler ve üzerinde küçük delikler bulunan bir kutu öğrencilere verilerek içinde ne olduğunu bulmaları istenmiştir. Etkinlikte öğrencilerin kutuyu sallayarak, içindeki nesnelerin sesini dinlemeleri, manyetik cisimler kullanarak ve kutu üzerindeki deliklerden gözlem yaparak nesnelerin ne olabileceğini bulmaları ve çizmeleri istenmiştir. Etkinlikte üzerinde durulan temel kavram; “bilim insanlarının birçok olayı kısmen gözleyebildikleri veya verinin küçük bir bölümünü gözledikten sonra ne olabileceğiyle ilgili hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak çıkarımda bulunduklarıdır”. Bir atomun yapısı ve dinazorların neye benzedikleriyle ilgili bilgilerin ortaya konulması ile etkinlik arasındaki ilişki tartışılmıştır. Bu nedenle bilimsel bilginin her ne kadar deneylere ve verilere dayansa bile, yine de kesin olmadığı hususu özellikle tartışılmıştır. Bu etkinlik, kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 11. Yanan Mum?

Bu etkinlikte su dolu bir beherin içine konulan mum yakıldıktan sonra üzerine bir başka beher kapatılmıştır. Mumun yavaş yavaş sönmeye başladığı ve sonra öğrencilerin üzeri kapatılan beherin içine doğru suyun yükseldiğini gözlemesi istenmiştir. Bu deneyden sonra bu olayın nedeni yani mumun neden söndüğü ve suyun neden yükseldiği gibi hususlarda tartışma yapılmıştır. Bu tartışmalarda odaklanılan şey, öğrencilerin kendilerine değişik gelen bir olaydan hareketle, mumun neden söndüğü, olayın havayla ilişkisi irdelenerek gözlem ve çıkarım arasındaki farkı anlamaları hedeflenmiştir. Bu etkinlik, kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır.

Etkinlik 12. Bilim İnsanı Resmi

Bu etkinlikte, katılımcı öğrencilerin bir bilim insanıyla ilgili sahip oldukları algıları resmetmesi, çizimlerinde betimledikleri özellikleri nitel olarak değerlendirerek, bunların kökenlerinin tartışılması üzerinde odaklanılmıştır. Etkinlikte incelenen temel kavram; “toplumun bilim insanı algısının önyargılı olduğu ve bu durumun doğru olmayan sonuçlara yol açtığıdır”. Bu etkinlik sonunda öğrencilerin; bilim insanı algılarındaki doğru olmayan örnekleri, sahip oldukları bazı ön yargı kaynaklarını belirlemeleri ve kendileri gibi olan insanların bilim insanı olduğunu düşünebilmeleri gibi davranışları kazanmaları hedeflenmiştir. Etkinlikte öğrencilerden bir bilim insanı resmi yapmaları ve bunu sınıfta tanıtmaları istenmiştir. Bundan sonra çizilen resimlerde bilim insanlarında bulunduğu düşünülen özelliklerin bir listesi yapılarak, bunların kökeni hakkında tartışma yapılmıştır.

Bundan sonra kendilerine bilim insanlarının gerçek resimlerinin ve önemli buluşlarının yer aldığı bazı dokümanlar verilerek, bilim insanlarının özellikleriyle ilgili yeni bilgileri kullanarak yeni bir liste hazırlamaları istenmiştir. Her iki liste daha sonra sınıfta karşılaştırılarak; bilim insanları hakkındaki fikirlerin nereden geldiği, bilim insanları hakkındaki fikirlerin geçerli olup olmadığı ve bilim insanları hakkındaki fikirlerinin bilim hakkındaki fikirlerini nasıl etkilediği konularında uzun süreli tartışmalar yapılmıştır. Ev ödevi olarak öğrencilerden, bilim insanı olmak isteyip istemedikleri ve eğer istiyorlarsa niçin istedikleriyle ilgili bir sayfalık yazı yazmaları ayrıca istenmiştir. Bu etkinlik kırk dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır.

Bu tez çalışmasında kullanılan öğretim etkinliklerinin her biri için kullanılan süre, etkinliklerin hedefi ve ne şekilde değerlendirildiği aşağıdaki Tablo 3’de bir arada verilmiştir:

Tablo 3. Bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin içerik analizi

Etkinlik Numarası	Etkinliğin İsmi	Süre	Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru	Etkinliğin Hedefleri	Etkinliğin Değerlendirilmesi
1	Küplerin İncelenmesi	160dk.	▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilimde, farklı soruların cevabı araştırılırken değişik nitelikteki bilimsel araştırmalara ihtiyaç olduğunu kavrama. ▪ Bir kişinin sahip olduğu bilimsel bilgi ve anlamaların, yapacağı bilimsel araştırmalarda rol oynadığını fark etme. ▪ Teknolojinin veri toplamak için kullanılmasının, bulunan sonuçların doğruluğunu arttırdığının ve bilim insanlarının araştırma sonuçlarını analiz etmelerine fırsat verdiğini kavrama. ▪ Bilimsel açıklamaların; verileri, mantıklı tartışmaları ve bilimsel modelleri kullandığının farkına varma. ▪ Bilimin; deneyleri, mantıklı tartışmaları ve kuşkuculuğu kullanarak, kendini diğer araştırma alanlarından ve bilgi parçalarından ayırdığını kavrama. ▪ Bilim insanlarının, doğal dünyayla ilgili mümkün olan en iyi açıklamaları yapmak için çaba harcadıklarını kavrama.	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kağıtları, öğrencilerin hazırladığı küpler
2	Hileli İzler!	80 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası ▪ Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark	▪ Bir çıkarım ile gözlem arasındaki farkı anlama. ▪ Aynı delillere (gözlemler veya veri) dayalı olarak aynı soruyla ilgili çok sayıda cevabın aynı ölçüde geçerli olacağının farkına varma ▪ Birçok kişi tarafından yapılan gözlemin, sonucun doğruluğunu daha fazla arttırabileceğinin farkına varma	Öğrenci ve öğretmen yazıları

(Tablo 3'ün devamı)

				▪ Kişisel ve kültürel deneyimler ile önyargıların, bir kişinin gözlemlerle ilgili çıkarımlarını nasıl etkilediğinin farkına varma ▪ Bir kişinin geçmiş deneyimlerinin, yaptığı gözlemleri yorumlamasını etkilediğinin ve bu durumun, kendisini bilimsel olmayan sonuçlara götürebildiğinin farkına varma.	
3	Yaşlı Öğretmen!	40 dk.	▪ Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark ▪ Bilimin teori-yüklü doğası ▪ Bilimin sosyal-kültürel doğası	▪ Bir bilim insanının herhangi bir olayı incelerken önceden sahip olduğu bilgi ve beklentinin türünün, o olayı yorumlama şeklini etkileyebileceğinin farkına varma ▪ Bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilgi, deneyim ve beklentilerin çeşidinin, elindeki veride neyi fark ettiğini etkilediğini kavrama.	Öğrenci ve öğretmen yazıları
4	Genç Mi? Yaşlı Mı?	40 dk.	▪ Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark ▪ Bilimin teori-yüklü doğası ▪ Bilimin sosyal-kültürel doğası	▪ Bilim insanlarının aynı veri parçalarına bakmalarına rağmen, farklı şeyleri görmelerinin mümkün olduğunu kavrama.	Öğrenci ve öğretmen yazıları
5	Su Üreteci	80 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark ▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilim insanlarının bir olayla ilgili yaptıkları gözlemleri açıklamak için birden çok model kurduklarını kavrama ▪ Bir olayla ilgili var olan modellerin deneysel delillere bağlı olarak doğrulandığını veya değiştirildiğini kavrama. ▪ Bilimin; gözlemleri, tahmin yapmayı, hipotez kurmayı ve model inşa etmeyi, işbirliği içinde çalışmayı içerdiğini kavrama.	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları, öğrencilerin hazırladığı modeller

(Tablo 3'ün devamı)

				▪ Bilimsel modellerin doğayla ilgili tahminler olduğu ve modellerin doğru olduğu hakkında asla emin olunamayacağının farkına varma.	
6	Kâğıt Rulolar	40 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark ▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilimde çıkarımın rolünü ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını anlama ▪ Bilimde kurulan modellerin sürekli bir değişim içinde olduğunu kavrama	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları, öğrencilerin hazırladığı rulo modelleri
7	Hipotez Kutuları	80 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilimsel bilginin niçin kesin doğru olmadığını farkına varma ▪ Bilimde kesin olmamanın, birlikte çalışarak en aza indirilebileceğini anlama.	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları
8	Delikli Şişe	80 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark ▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilimin hipotez kurmayı ve onu test etmeyi içerdiğini kavrama ▪ Bilimsel bilginin geçici olduğunu, kesin olmadığını ve değişebileceğini kavrama ▪ Bir problemle ilgili test edilebilir hipotezler kurabilme ▪ Bir hipoteze dayalı olarak yapılan tahminlerin, deneylerin beklenen sonuçları olduğunu fark etme ▪ Bir hipotezle başa çıkmak için geçerli ve farklı testler önerebilme ▪ Bir hipotezin doğru olup olmadığına bağlı olarak, bu testlerin savunulabilir alternatif	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları

(Tablo 3'ün devamı)

9	Hadi Bul Bakalım!	40 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası ▪ Bilimin sosyal-kültürel doğası ▪ Bilimin teori-yüklü doğası	▪ Bir bilim insanının sadece topladığı verilerden anlam çıkarmaya çalışması durumunda hiçbir yere varamayacağını anlama. ▪ Bilim insanlarının veriyi bağlama yerleştirmek için daha önceki bilgilerini, deneyimlerini ve beklentilerini kullandıklarını anlama	Öğrenci ve öğretmen yazıları
10	Kutunun İçinde Ne Var?	40 dk.	▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark ▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası	▪ Bilim insanlarının birçok olayı kısmen gözleyebildikleri veya verinin küçük bir bölümünü gözledikten sonra ne olabileceğiyle ilgili hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak çıkarımda bulunduklarını kavrama. ▪ Bilimsel bilginin her ne kadar deneylere ve delile dayansa da, yine de kesin olmadığını fark etme	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları
11	Yanan Mum	40 dk.	▪ Bilimin deneysel doğası ▪ Bilimin kesin olmayan doğası ▪ Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark	▪ Bir şeyi bilmek için onu mutlaka görmek gerekmediğini kavrama. ▪ Bir gözlem ile çıkarım arasındaki farkı kavrama	Öğrenci ve öğretmen yazıları
12	Bilim İnsanı Resmi	80 dk	▪ Bilimin sosyal-kültürel doğası	▪ Toplumun bilim insanı algısının önyargılı olduğunu ve bu durumun doğru olmayan sonuçlara yol açtığını fark etme. ▪ Bir bilim insanı resmi çizme ▪ Bilim insanlarının gerçek özelliklerini kavrama	Öğrenci ve öğretmen yazıları, çalışma kâğıtları, öğrencilerin çizimleri
TOPLAM		800 dk			

2.4. Tezde Kullanılan Veri Toplama Yöntemleri ve Araçları

2.4.1. Anket Yöntemi

Bu çalışmada örneklemdaki öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmeninin bilimin doğası hakkında sahip oldukları görüşleri ortaya çıkarmak ve tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra, bu görüşlerdeki değişimleri belirlemek için üç farklı anket kullanılmıştır. Bu anketler, çalışmanın başında ve sonunda olmak üzere, ilgili örnekleme iki defa uygulanmıştır. Bunlar hakkında detaylı bilgilere aşağıda yer verilmiştir:

2.4.1.1. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi

Bilimin doğası hakkında katılımcı öğrencilerin sahip olduğu görüşleri ortaya çıkarmak için kullanılan ve toplam altı sorudan oluşan bu anket, literatürden alınmış ve Türkçeye adapte edilerek kullanılmıştır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bu amaçla tercüme edilen anketin okunabilirliği, bir dil uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Bundan sonra, anketin pilot çalışması, aynı zamanda esas uygulamanın da yapıldığı araştırma okulunun bir başka yedinci sınıfıyla yapılmış ve soruların öğrenciler tarafından amaçlandığı şekilde anlaşılıp anlaşılmadığı kontrol edilmiştir. Bu süreçte anketteki bazı cümlelerin yapısında düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin; pilot çalışmalarda anketteki dördüncü soru kapsamında öğrencilere “bilim insanları dinazorların neye benzediği hakkında nasıl emin olabilmektedirler?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya öğrencilerin % 95’i, bilim insanlarının dinazorların neye benzediği hakkında emin olmaları gerektiği şeklinde cevap vermiştir. Bu sorunun sorulma amacı ise, öğrencilerin bilimin doğasının kesin olmayan, yaratıcı ve deneysel doğasını anlayıp anlamadıklarını ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle soru maddesi “bilim insanlarının dinazorların neye benzediği hakkında emin olduklarını düşünüyor musunuz? Bu konuyla ilgili olarak bilim insanlarını emin veya şüpheli yapan şey nedir?” şeklinde değiştirilmiştir. Bu şekilde ankete son şekli verilmiş ve anket, gerçek uygulamanın yapıldığı örneklemdaki öğrencilere fen bilgisi öğretmenleri tarafından derste kırk dakika süre içinde uygulanmıştır. Bu ankette yer alan sorular ve her

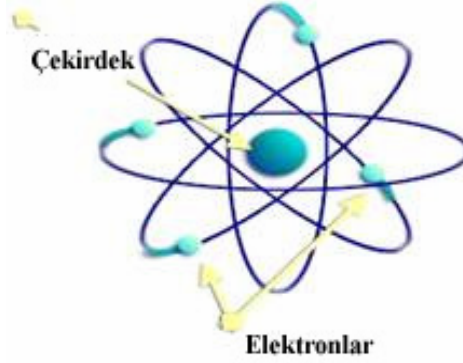
bir sorunun ne amaçla sorulduğu aşağıda açıklanmıştır. Bu anketin tam metni Ek 2’de ayrıca verilmiştir.

1. Bilim insanları bilimsel bilgi üretir ve bu bilgilerin bazıları fen kitaplarınızda vardır.

(a) Bu bilgilerin gelecekte değişebileceğini düşünüyor musunuz?

(b) Eğer cevabınız “evet” ise; niçin olduğunu açıklayınız. Eğer cevabınız “hayır” ise, niçin olduğunu açıklayınız. Bir örnek veriniz.

2. Alttaki diyagram fen kitabınızdan alınmıştır. Bu diyagram atomların merkezlerinde bir çekirdek olduğunu ve etrafında elektronların hareket ettiğini göstermektedir.



Bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olduğunu düşünüyor musunuz?
Neden veya Neden olmasın?

3. Dinozorlar milyonlarca yıl önce yaşamıştır.

(a) Bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadığını nasıl bilirler?

(b) Bilim insanları dinozorların neye benzediğini açıklarken hangi delilleri kullanırlar?

(c) Bilim insanlarının dinozorların neye benzedikleri konusunda emin olduklarını düşünüyor musunuz? Bu konuyla ilgili olarak bilim insanlarını emin veya şüpheli yapan şey nedir?

4. Hayâl gücü sizin için ne anlam ifade etmektedir? Bir örnek veriniz.

5. Yaratıcılık sizin için ne anlam ifade etmektedir? Bir örnek veriniz.

6. Bilim insanları araştırmalar /deneyler yaparak sorularına cevap bulmaya çalışır. Bilim insanlarının araştırmalarında/deneylerinde hayâl güçleri ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyor musunuz? Bir örnekle cevabınızı açıklayın.

Bu anketteki ilk soruda, öğrencilerin bilimsel bilginin kesin olmayan doğasıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

İkinci soruda, öğrencilerin bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, çıkarımsal, hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Üçüncü soruda, öğrencilerin bilimsel bilginin kesin olmayan, çıkarımsal, hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bundan sonra sorulan iki soruda öğrencilerin hayâl gücü ve yaratıcılık terimlerini ne şekilde algıladıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

En son soru olan altıncı soruda ise, öğrencilerin bilimsel bilginin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili sahip oldukları düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.4.1.2. Bilimin Doğası Öğretmen Anketi

Bu anket, bilimin doğası öğretim etkinliklerini sınıfında yürütecek olan fen bilgisi ders öğretmeninin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramları belirlemek için kullanılmıştır. Bu anket, literatürden alınmış ve Türkçeye adapte edilerek kullanılmıştır (Lederman vd., 2002). Bu anket, ilkökul öğretmen adaylarına (Abd-El-Khalick, 2001), orta öğretim öğretmen adaylarına ve öğretmenlerine (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Lederman vd., 2001; Schwartz vd., 2000) 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 karşılaştırarak VNOS-C anketinin geçerli bir ölçme aracı olduğu sonucuna varmıştır. Bu anket formu, öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlamadan bir hafta önce ve uygulandıktan bir hafta sonra olmak üzere iki kez, öğretmene uygulanmıştır. Bu ankette yer alan sorular ile soruların sorulma amaçları aşağıda açıklanmıştır. Bu anketin tam metni Ek 3’de ayrıca verilmiştir.

1. Bilim ne demektir? Bilimi (veya fizik, biyoloji gibi bir bilimsel alanı) diğer araştırma alanlarından (örneğin, din ve felsefe) farklı yapan şey nedir?
2. Bir deney ne demektir?

3. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneylere ihtiyaç var mıdır?
 - Evetse, niçin? Fikrinizi destekleyen bir örnek veriniz.
 - Hayırsa, niçin? Fikrinizi destekleyen bir örnek veriniz.
4. Bilim insanları bilimsel bir teori geliştirdikten sonra (örneğin atom teorisi, evrim teorisi) teori hiç değişebilir 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 harcadığınızı 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 olmaktadır? 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 insanlar, bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini iddia etmektedir. Yani, bilim sosyal ve politik değerleri, felsefi varsayımları ve üretildiği kültürün

akla uygun normlarını yansıtmaktadır. Diğerleri ise, bilimin evrensel olduğunu iddia etmektedir. Yani, bilim ulusal ve kültürel sınırları aşmaktadır ve sosyal, politik ve felsefi değerlerden ve üretildiği kültürün akla uygun normlarından etkilenmemektedir.

- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız, niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.
- Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.

10. Bilim insanları, ileri sürdükleri sorulara cevap bulmaya çalışırken deneyler ve araştırmalar yapmaktadır. Bilim insanları bu araştırmaları boyunca yaratıcılıklarını ve hayâl güçlerini kullanmakta mıdır?

- Evetse, araştırmanın hangi aşamasında - planlama ve düzenleme, veri toplama, veri topladıktan sonra - bilim insanlarının hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyorsunuz? Bilim insanlarının neden hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını örnekler vererek açıklayınız.
- Eğer bilim insanlarının hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünüyorsanız, nedenini örneklerle açıklayınız.

Birinci soruda, öğretmenin bilim hakkında sahip olduğu genel düşünceleri ve özellikle de bilimin deneysel doğası hakkında sahip olduğu düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

İkinci soruda, öğretmenin deneyin ne amaçla kullanıldığının veya deneyin doğasıyla ilgili sahip olduğu düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Üçüncü soruda, öğretmenin bilimsel bilginin gelişmesinde deneylerin ve deneysel delillerin rolünün farkında olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dördüncü soruda, bilimsel iddiaların kesin olmayan doğası ve bu iddiaların niçin değiştiği hakkında öğretmenin sahip olduğu düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Beşinci soruda, öğretmenin bilimin ürünleri arasında var olan ilişkilerle ilgili kavram yanılgılarına sahip olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Birçok öğrenci, teori ve

yasa arasında hiyerarşik bir ilişki olduğuna inanmaktadır. Bu öğrencilere göre; yeterli delil toplanırsa teoriler yasa olur.

Altıncı soruda, öğretmenin bilimde insan çıkarımının, yaratıcılığının ve modellerin rolü ile bilimsel modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını anlayıp anlamadığıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yedinci soruda, öğretmenin bilimde insan yaratıcılığının ve hayâl gücünün rolü ile bunların çalışmanın hangi aşamasında rol oynadığıyla ilgili ve özellikle bilimin deneysel doğasıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Sekizinci soruda, öğretmenin bilimsel bilgi üretmede deneysel delillerin rolüyle ve aynı verilere bağlı olarak farklı çıkarımların yapılmasının mümkün olduğunu anlayıp anlamadığıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dokuzuncu soruda, öğretmenin bilimde yaratıcılığın ve hayâl gücünün rolü ile bilimsel bilgi üretmek için deneysel delillerin gerekliliği ve kültürel ve sosyal faktörlerin bilimdeki rolüyle ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Onuncu soruda, öğretmenin bilimde insan yaratıcılığının ve hayâl gücünün rolüyle ve bunların hangi aşamada rol oynadığıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.4.1.3. Tutum Anketi

Tutum ölçekleri kişilerin duygusal, düşünsel ve davranışsal eğilimlerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu anket formu örneklemedeki öğrencilerin fenne yönelik tutumlarında, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanması bağlamında, herhangi bir değişiklik olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu anket formunda bulunan ve olumlu ve olumsuz soru maddelerini içeren toplam 10 madde literatürdeki ve araştırmacının kendi deneyimlerindeki bilgiler kullanılarak toplanmıştır. Bu anketteki soru maddeleri, dil yönünden geçerliğinin sağlanması amacıyla bir Türkçe dil uzmanına inceletirildikten sonra pilot çalışma amacıyla; ilköğretim öğrencilerinden oluşan toplam 34 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Elde edile verilere dayalı olarak ölçekte yer alan soru maddeleri SPSS 11.5 istatistik programı kullanılarak faktör analizine tabi tutulmuştur. Bu hesaplamalarda, tek faktörlü ölçek üzerinden işlemler yapılmıştır. Bu

bağlamda, faktör yük değeri 0.30'un üzerinde olan maddeler ölçeğe alınmıştır. Boyut faktörünün güvenilirliği için iç tutarlık katsayısına bakılmış ve maddelerin ayırt edicilik güçlerini saptamak üzere de madde toplam korelasyonu bulunmuştur. Bu hesaplamalarla ilgili SPSS tabloları Ek 8'de verilmiştir.

Bu pilot uygulama sonucunda, faktör yük değeri 0.30'un altında olan iki madde ölçekten çıkarılmıştır. Bunun dışında kalan soru maddelerin faktör yük değerinin 0.33 ile 0.83 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu ölçekte yer alan maddelerin ayırt ediciliğinin olup olmadığına bakmak için ise, madde toplam korelasyonu bulunarak karar verilmiştir. Madde toplam korelasyonu 0.30'un altında olan iki madde de ölçekten çıkarılmıştır. Bunun dışında kalan maddelerin toplam korelasyonunun 0.36 ile 0.84 arasında kaldığı belirlenmiştir. Bu ölçeğin iç tutarlık katsayısı Alpha 0.69 olarak bulunmuştur. Faktörün açıkladığı varyans ise % 34 olarak hesaplanmıştır. Bu anket formunda yer alan sorular aşağıda verilmiştir.

1. Feni seviyorum.
2. Fenin önemli olduğunu düşünüyorum.
3. Fenle uğraşırken rahatladığımı hissediyorum.
4. Fenle ilgili verilen ödevleri / ev ödevlerini seviyorum.
5. Fen dersleri beni sıkıyor.
6. Fenden korkuyorum.
7. Feni sevmiyorum.
8. Fenin önemli olmadığını düşünüyorum.
9. Fen hoşlandığım bir derstir.
10. Fen kolay bir derstir.

Bu anketin tam metni Ek 4'de ayrıca verilmiştir. Bu şekilde tasarlanan tutum anketi, esas uygulama kapsamında; tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlamadan bir hafta önce ve uygulama tamamlandıktan bir hafta sonra olmak üzere iki kez öğrencilere uygulanmıştır. Tutum anketindeki her bir sorunun derecelendirmesi “Kesinlikle katılıyorum, Katılıyorum, Bir fikrim yok, Katılmıyorum ve Kesinlikle katılmıyorum” şeklinde sıralanan beşli likert tipi ölçekte yapılmıştır. Tepkilerin sayısallaştırılmasında ise olumlu ifadelerde 5'ten 1'e, olumsuz ifadelerde ise 1'den 5'e doğru kodlama yapılmıştır (Büyüköztürk, 2002). Bu anket kullanılarak incelenen

öğrencilerin fenne yönelik tutumlarında on haftalık araştırma boyunca herhangi bir değişimin ortaya çıkıp çıkmadığı tespit edilmiştir.

2.4.1.4. Bilimsel Bilgi Anketi

Bu anket öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki fikirlerini nicel olarak değerlendirmek için tasarlanmış ve kullanılmıştır. Bu anket; bilimsel bilgiyle ilgili olarak toplam 16 maddeyi içermektedir ve bu maddelerin her biri için öğrencilerin; katılıyorum, bir fikrim yok ve katılmıyorum arasında değişen cevaplardan birini tercih etmesi istenmiştir. Bu anketteki maddelerin her biri, bilimin ve bilimsel bilginin doğasının unsurlarını içerecek şekilde ve literatürde de yer alan özellikler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu anket formundaki soru maddeleri dil yönünden bir dil uzmanına incelettirildikten sonra, pilot çalışma amacıyla, toplam 34 kişilik ilköğretim yedinci sınıf öğrencisini içeren bir örnekleme uygulanmıştır. Bu veriler SPSS 11.5 istatistik paket programına tabi tutularak, her bir madde için faktör yük değeri ve toplam madde korelasyonu hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarla ilgili SPSS tabloları Ek 10'da verilmiştir.

Bu ölçeğin iç tutarlık katsayısı da Alpha 0.65 olarak bulunmuştur. Faktörün açıkladığı varyans ise % 32 olarak hesaplanmıştır. Bu son anket formunda yer alan sorular aşağıda verilmiştir.

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 insanların önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler.
5. Bilim insanların hayâl 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 insanların 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 insanların 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.

Bu anketin tam metni Ek 5’de verilmiştir. Bu yolla son şekli verilen anket, esas uygulama kapsamında çalışmanın başında ve tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlamadan bir hafta önce ve uygulandıktan bir hafta sonra olmak üzere iki kez öğrencilere ve kendi sınıflarında 20 dakikada uygulanmıştır. Etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik görüşleri üzerindeki etkisi bilimsel bilgi anketi kullanılarak nicel olarak ortaya konulmuştur.

2.4.2. Mülâkat Yöntemi

Bu çalışmada, katılımcı öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğası hakkında sahip olduğu görüşleri ortaya koyabilmek için, açık uçlu sorulardan oluşan bilimin doğası anketleri, bireysel mülâkatlarla birlikte kullanılmıştır. Bu ölçme yöntemi, öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini değerlendirebilmek için kullanılan çoktan seçmeli sorulardan oluşan; TOUS (Klopfer ve Cooley, 1961) ve MNSKS (Meichtry, 1992) isimleriyle bilinen standart ölçme araçlarını kullanırken ortaya çıkması muhtemel olan sorunların üstesinden gelebilmek için tercih edilmiştir. Bilimin doğasının değerlendirilmesi amacıyla literatürde kullanılan ölçme araçlarının içeriği ve ne şekilde uygulandıkları ile eleştiri aldıkları önemli noktalar; Lederman ve meslektaşları (1998) tarafından yazılan bir makalede detaylı olarak tartışılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili seçmeli sorulardan oluşan ölçme araçlarının, ankete cevap verenleri bilimin doğasıyla ilgili bazı görüşleri kabul etmeye zorladığı için etkili olmadığı belirtilmektedir (Lederman vd., 1998). Bu türden ölçme araçlarının yerine, yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, anketlerle birlikte yapılandırılmış mülâkat yöntemi kullanılmıştır. Bu şekilde bilimin doğası kavramları

incelenen katılımcıların bilimin doğasının unsurlarına yükledikleri anlamlar, net bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Belirtildiği üzere; 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 vd., 1998).

2.4.2.1. Öğrenci Mülâkatları

Bu çalışma kapsamında hazırlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan bir hafta önce ve uygulandıktan bir hafta sonra, öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramları ortaya çıkarmak için, bilimin doğası anket formunun iki defa uygulandığı yukarıda belirtilmişti. Bu anket formların uygulanmasını takiben, her bir öğrencinin doldurduğu anket formu incelenmiş ve kopyaları hazırlanmıştır. Bu kopyalar, araştırmanın başında ve sonunda yürütülen yarı yapılandırılmış mülâkat çalışmalarında öğrencilere verilmiştir. Bu yolla ankete verdikleri cevapları inceleme fırsatına kavuşan öğrencilerin, verdikleri cevapları aydınlatması ve ihtiyaç olması durumunda ilave örneklerle cevabını desteklemesi istenmiştir. Bu mülâkatlarda elde edilen veriler, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili profillerinin oluşturulması esnasında anket verilerinin geçerliğini destekleyen bir ölçme aracı olarak kullanılmıştır. Mesela, bilim insanlarının bir atomun yapısının nasıl olduğuyla ilgili fen kitabındaki modele nasıl ulaştıklarıyla ilgili anket sorusuna verilen cevabın daha çok açıklanması için, “Bilim insanları bu şekli acaba kendi gözleriyle gördüler mi?” veya “Ne tür incelemeler yapmışlardır?”, “Bu incelemeleri sonucunda ne elde etmişlerdir?” vs. sorularla öğrenciler karşı karşıya bırakılmıştır.

2.4.2.2. Öğretmen Mülâkatları

Uygulama öğretmeni ve aynı zamanda bilimin doğası kavramları araştırılan öğretmenin anket formlarına verdikleri cevapların geçerliğini kontrol etmek için kendisiyle yarı yapılandırılmış mülâkatlar yürütülmüştür. Bu mülâkatlarda, öğretmene, doldurduğu anket formunun bir kopyası verilmiş ve cevaplarını açıklaması, daha fazla aydınlatması ve ihtiyaç olması durumunda ilave örneklerle cevabını desteklemesi istenmiştir. Her bir

sorudan sonra araştırmacı tarafından öğretmene bir bekleme zamanı verilmiş, yönlendirici ip uçlarından özenle kaçınılmıştır. Bu mülâkatların her biri yaklaşık 30 dakika sürmüş, veriler, ses kaydedici kullanılarak kayıt edilmiş ve analizler için daha sonra kelimesi kelimesine yazıya dökülmüştür.

Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan bir hafta sonra ise; hem öğretmenin bilimin doğası hakkındaki görüşlerindeki değişimi incelemek, hem de etkinlikler hakkındaki düşüncelerini almak için, kendisiyle son bir defa daha mülâkat yapılmıştır. Bu mülâkat kapsamında kendisine dokuz soru sorulmuştur. Bu amaçla kullanılan ve öğretmene sorulan dokuz soru; literatürden Türkçeye adapte edilerek alınmıştır (Bell vd., 2000). Bu mülâkat formu, anlaşılabilirliğinin kontrol edilmesi amacıyla bir dil uzmanına incelttirilmiştir. Bu mülâkatlarda öğretmene sorulan soruların tümü aşağıda verilmiştir.

1. Fen öğretiminiz boyunca vurgulamayı amaçladığınız en önemli şeyler nedir?
2. Bilimin doğası nedir?
3. Bu noktada, öğretmene doldurduğu anket formu verilir ve verdiği cevapları kendisine yöneltilen ilave sorularla detaylı olarak açıklaması istenir.
4. Bilimin doğasının önemli olduğunu düşünüyor musun? Niçin?
5. Bilimin doğasını öğretebildiniz mi? Evetse, Nasıl?
6. Bilimin doğasını öğrencilerinize öğretebilmek için elinizden geleni yaptığınızı düşünüyor musunuz? Nasıl?
7. Etkinliklerin uygulandığı sınıftaki öğrencileriniz bilimin doğasını gerçekten öğrendi mi? Bunu nasıl iddia edebilirsiniz?
8. Bilimin doğasını öğrencilere öğretmenin en iyi yolu sizce nedir?
9. Bir sonraki eğitim-öğretim dönemi başladığında, yeni öğrencilerinize bilimin doğasını öğretmeyi planlıyor musunuz? Bunu nasıl yapmayı düşünüyorsunuz?

2.4.3. Yansıtıcı Yazılar

Bu tez çalışması kapsamında bilimin doğasının öğretimiyle ilgili uygulanan her bir etkinlikten sonra uygulamayı yapan fen bilgisi öğretmeni ve 7. sınıf öğrencileri, etkinlik hakkındaki yansıtılmalarda bulundukları yazılar yazmıştır. Buna ilaveten etkinliklerin tümü bittikten sonra, öğretmenden ve öğrencilerden uygulanan öğretim etkinlikleri hakkındaki genel düşüncelerini içeren birer sayfalık yazı yazmaları ayrıca istenmiştir. Bu yansıtıcı yazıların tümü, hem etkinliklerin değerlendirilmesinde hem de öğretmen ve öğrencilerin

uygulanan etkinlikler ile bilimin doğası arasında nasıl bir ilişki kurduklarının ve dolayısıyla bilimin doğasını anlamalarındaki ilerlemenin ortaya konulması için önemli bir veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Verilerin analizinde ise, incelenen fen bilgisi öğretmeninin ve öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı yazılardan - yazının anlamı değişmeyecek şekilde - cümleler düzeltilerek doğrudan alıntılar yapılmıştır.

2.4.3.1. Öğrenci Yazıları

Bilimin doğasının öğretimi kapsamında hazırlanan etkinlerin her biri uygulandıktan hemen sonra, öğrencilerden bilimin doğasının vurgulanan unsurları hakkında neler öğrendiklerini yansıtan yazılar yazmaları istenmiştir. Bu yazılar, hem etkinliklerin öğrenci bakış açısıyla değerlendirilmesi, hem de bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerindeki değişimin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu amaçla etkinlikler bittikten sonra öğrencilere yazıları yazmak için kâğıtlar verilmiştir. Bu kâğıtlarda öğrencilerin düşüncelerini etkinlikte vurgulanan bilimin doğasıyla ilgili unsurlara çekebilmek için yönlendirici açıklamalar yapılmıştır. İkinci etkinlik olan “Hileli İzler” etkinliği tamamlandıktan sonra öğrencilere verilen kâğıtlarda “Bu etkinlik boyunca yapılan sınıf içi tartışmalarını ve öğretmeninizin yaptığı açıklamaları dikkate aldığınızda, bilimin doğası ve özellikle de gözlem ile çıkarım arasındaki farkla ilgili neler öğrendiğinizi açık bir şekilde yazınız” açıklaması vardır.

2.4.3.2. Öğretmen Yazıları

Bilimin doğası öğretim etkinlerinin her biri uygulandıktan hemen sonra, uygulama öğretmeninin bilimin doğasının vurgulanan unsurları hakkında öğrencilerinin neler öğrendiklerini yansıtan yazılar yazması istenmiştir. Bu yazılar, hem etkinliklerin öğretmen bakış açısıyla değerlendirilmesi, hem de bilimin doğası hakkında kendi anlamalarındaki değişimin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. İkinci etkinlik olan “Hileli İzler” etkinliği tamamlandıktan sonra öğretmene verilen kâğıtta “Bu etkinlik boyunca yapılan sınıf içi tartışmalarını ve öğrencilerinizin yaptığı açıklamaları dikkate aldığınızda, bilimin doğası

ve gözlem ile çıkarım arasındaki farkla ilgili öğrencilerinizin neler öğrendiğini açık bir şekilde yazınız” açıklaması vardır.

2.5. Örneklem Seçimi

Bu araştırmanın örnekleme, çalışmanın amacına bağlı olarak Artvin il merkezine 5 km uzakta bulunan bir ilköğretim okulunun 7. sınıfında okuyan toplam 17 öğrenci ve onların fen bilgisi öğretmeninden oluşmaktadır. Bu okul, aynı zamanda köylerden taşınalı eğitim uygulaması sonucu taşınan öğrencilerin yoğun bir şekilde bulunduğu bir eğitim kurumudur. Bu durum aşağıda verilen Tablo 4’de açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma kapsamında örnekleme alınan ve incelenen öğrencilerin yaş ortalaması 13 tür. 11 tanesi kız ve 6 tanesi ise erkektir. Neden bu öğrencilerin seçildiği üzerinde bazı açıklamaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bilimin doğasıyla ilgili bundan önce yapılan araştırmalar incelendiğinde; öğrencilerin bilimin doğasını anlama seviyelerinin büyük ölçüde; mantıklı düşünme, nicel ve sözlü anlama yetenekleri ve cinsiyet gibi bilişsel, sosyal ve kişisel değişkenlerin yanında, fen konu alanı bilgisi, fen ve akademik başarı gibi faktörlerden de etkilendiği ortaya çıkmıştır (Scharmann, 1988a, 1988b). Bu sonuçlardan hareketle, seçilen örneklemdeki öğrencilerin bulunduğu sınıfın, fen başarı seviyeleri, sosyal ve kişisel özellikleri, akademik başarıları ve sözel yetenekleri farklı olan öğrencilerden oluştuğu ders öğretmeni ve aynı zamanda da sınıfın rehber öğretmeni olan örneklemdeki öğretmen ile yapılan görüşmelerde ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte burada neden ilköğretim 6. veya 8. sınıftan örneklem alınmadığı sorusu akla gelebilir; Buna da şu şekilde cevap vermek mümkündür: fen bilgisi öğretmeni olan ve aynı zamanda bu çalışmada bilimin doğası öğretim etkinliklerini uygulayan ve dolayısıyla, bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramlar da incelenen kişi, iki yıldan beri bu sınıfı okutmakta ve dolayısıyla örnekleme alınan öğrencileri yakından tanımaktadır. Bu çalışma için ilköğretim sekizinci sınıf öğrencileri tercih edilmemiştir: Bunun sebebi ise; araştırma kapsamında hazırlanan öğretim etkinliklerinin uygulandığı dönem için sekizinci sınıf öğrencilerinin yoğun bir şekilde yapılacak olan merkezi sınavlara (OKS) hazırlanmasıydı. Bundan dolayı, uygulanan etkinliklere yeterince katılmak istemeyebilecekleri ve ayrıca bir sonraki yıl çalışmanın takip (following) değerlendirmesinin yapılması planlandığı için, seçilen öğrencilerinin bir sonraki yıl aynı okulda olma olasılığı daha yüksek ve bu öğrencilere

ulaşmanın daha kolay olması açısından, örneklem ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur.

Bununla birlikte BFSL (AAAS, 1993) ve NSES (NRC, 1996) dokümanlarında ilköğretim 6-8. sınıf seviyesindeki öğrencilerin bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarımsal, hayâlcî ve yaratıcı doğasını bilmelerinin hedeflendiği Tablo 2’de açıklanmıştı. Bu nedenle, örneklem her iki sınıf seviyesindeki öğrenciler arasında yer alan bir sınıf olması açısından ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur. Bu noktada örnekleme alınan ülkemiz öğrencilerinin bilimin doğasının öğretimine yönelik hazır bulunuşluklarının yeterli olmadığı ileri sürülebileceği varsayılmıştır. Bu varsayımdan hareketle, mevcut çalışma kapsamında uygulanan ilk etkinlik olan küpler etkinliği öğrencileri bilime ve özellikle de bilimin doğasının öğretimine hazırlamak için kullanılmıştır. Bu etkinlik için harcanan dört ders saatlik toplam yüz altmış dakikanın bu amacın başarılması için yeterli olduğuna inanılmaktadır. Etkinlikler boyunca öğrencilerin katılımı, yaptıkları açıklama örnekleri ve etkinlikten sonra yazdıkları yazılar incelendiğinde bunun doğru olabileceği ortaya çıkmaktadır.

İncelenen sınıftaki öğrencilerle ilgili özellikler Tablo 4’te verilmiştir:

Tablo 4. Katılımcı öğrencilerin özellikleri

Öğrencinin İsmi	Fen Başarısı	Grup Numarası	Cinsiyet	Yaş	Sosyal Statü	Yaşadığı Yer
E1	Üst	1	Erkek	13	Üst	İl Merkezi
E2	Üst	1	Erkek	13	Üst	İl Merkezi
K1	Üst	1	Kız	12	Orta	Köy
K2	Üst	1	Kız	13	Üst	İl Merkezi
E3	Orta	2	Erkek	13	Orta	Köy
E4	Orta	2	Erkek	14	Orta	Köy
K3	Orta	2	Kız	15	Orta	İl Merkezi
K4	Orta	2	Kız	12	Orta	Köy
E5	Alt	3	Erkek	13	Orta	Köy
K5	Alt	3	Kız	13	Alt	Köy
K6	Alt	3	Kız	12	Orta	Köy
K7	Alt	3	Kız	12	Orta	Köy
K8	Alt	4	Kız	13	Alt	Köy
K9	Alt	4	Kız	14	Alt	Köy
K10	Alt	4	Kız	15	Orta	Köy
K11	Alt	4	Kız	14	Alt	Köy
E6	Alt	4	Erkek	13	Alt	Köy

E: Erkek Öğrenci

K: Kız Öğrenci

Tablo 4’te, öğrencilerin sosyal statüleriyle ilgili olarak; “üst, orta ve alt” şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme yapılırken; bir öğrencinin anne ve babasından en az biri çalışmıyor veya ailenin sürekli bir işi / geliri yoksa sosyal statü olarak “düşük”, en az biri çalışıyor ve aylık gelir miktarı normal kabul edilebilecek miktarda ise “orta”, yine aylık geliri normalin biraz üstü kabul edilebilecek miktarda ise “üst sosyal statüde” şeklinde analiz yapılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin ancak üçü üst sosyal statüde, diğerleri ise orta veya alt sosyal statüde olarak kabul edilmiştir. Bu öğrencilerden K10 ve K11, bir takım nedenlerden dolayı ailesi tarafından okula gönderilmek istenmemektedir. Bu nedenle, ilgili öğrencilerin de çalışmaya katılımının sağlanması açısından, çalışmanın yürütüldüğü derslerden en az bir gün önce, sınıfın rehber öğretmeni ve aynı zamanda fen bilgisi ders öğretmeni, çocukların aileleriyle telefon bağlantısı kurarak çocuklarını okula göndermelerini rica etmiştir.

Bu çalışma için tercih edilen fen bilgisi öğretmeni ise; bayandır ve üç yıllık bir mesleki deneyime sahiptir. Bu çalışmaya karşı istekli olması, kendisiyle iletişimin kolay olması ve fen bilgisi öğretiminde araştırmaya dayalı bir öğretim yaklaşımını benimsemiş olması nedeniyle, hem hazırlanan bilimin doğası öğretim etkinliklerini uygulayacak hem de kendi bilimin doğası kavramları incelenecek kişi olarak örnekleme alınmıştır. Bu öğretmen, 24 yaşındadır ve fen bilimleri bölümü fen bilgisi öğretmenliği programından 2001 yılında mezun olmuş ve bir yıl sonra ise bir ilköğretim okulunda çalışmaya başlamıştır.

Bu tez çalışması kapsamında tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri öğrencilerin grup çalışmasına dayalı olduğundan ve uygulama esnasında öğretim teknolojilerine ihtiyaç duyulduğundan, tüm bunların hazır bulundurulduğu bir laboratuvar ortamında yürütülmüştür. Bu amaçla, çalışma için temin edilen kare masalar, her birine dörder öğrenci karşılıklı oturacak şekilde sınıfın uygun yerlerine yerleştirilmiştir.

Katılımcı öğrencilerin bilimin doğasının öğretimi bağlamında uygulanan ve kesintisiz on hafta süren etkinliklere isteyerek katıldıkları, hiç sıkılmadıkları ve neşeli vakit geçirdikleri, etkinliklerden sonra yazdıkları yansıtıcı yazılardan ve etkinliklerin video kayıtlarının izlenmesinden ve ayrıca uygulama öğretmenin yansıtıcı yazılarından ortaya çıkmıştır. Fakat bu etkinliklerin uygulanması için uzun bir süreye ihtiyaç olduğundan, bu süre içinde öğrencilerin konulara karşı konsantrelerinin kaybolmaması için bir dizi işlem planlı olarak yapılmıştır: İlk etkinlikten sonra öğrencilere, grup çalışmaları esnasında

çekilen fotoğrafları projektör yardımıyla sınıfta sunulmuş ve araştırma etkinliklerine daha aktif veya pasif olarak katılan öğrencilerin kimler olduğu açıklanmıştır. Bu durum, ilk etkinlikte pasif olan öğrencilerin diğer etkinliklere daha aktif bir şekilde katılmalarına yol açmıştır. Bunun yanında, her bir öğrenci grubundan etkinlik boyunca alınan fotoğraflardan bazıları tap ettirilerek bir pano oluşturulmuş ve okulun uygun bir yerinde sergilenmiştir. Bu durum da öğrencilerin kendilerini birer bilim insanı olarak hissetmeleri ve etkinliklere daha aktif katılarak üstün bir çaba sarf etmelerine yol açmıştır.

2.6. Verilerin Analizi

Bu tez çalışması kapsamında ilk olarak, 17 kişilik öğrenci grubunun ve incelenen fen bilgisi öğretmeninin, bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce; bilimin doğasıyla ilgili profilleri, kendileriyle yürütülen anket ve yarı yapılandırılmış mülâkat çalışmalarına bağlı olarak tespit edilmiştir. Bu süreçte, katılımcıların sahip olduğu bilimin doğası kavramlarının analiz işlemleri için, sürekli karşılaştırmalı analiz - constant comparative analysis - yöntemi kullanılmıştır (Strauss ve Corbin, 1990). Literatürde, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramların belirlenmesine yönelik birçok araştırmada bu yöntemin kullanıldığı belirlenmiştir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2004). Bu yöntem kullanılarak, bilimin doğasıyla ilgili katılımcı profillerini açık bir şekilde ortaya koyabilmek için, öğrencilerin ve uygulama öğretmeninin, anket ve mülâkat sorularına verdikleri cevaplardan elde edilen verilere bağlı olarak, bilimin doğasının incelenen unsurlarına yönelik profilleri oluşturulmuştur. Bu süreçte anket ve mülâkat verileri birlikte ele alınarak katılımcıların bilimin doğası profillerinin oluşturulması esnasında ortaya çıkması olası sorunlar çözülmüştür. Her iki araştırma verilerine bağlı olarak katılımcıların bilimin doğası profilleri oluşturulduktan sonra, verilerin detaylı analiziyle bir profil üzerinde karara varılmıştır. Bu şekilde hem anket verilerinin geçerliği hem de elde edilen profillerin güvenilirliği kontrol edilmiştir. Bu analiz işlemi aynı şekilde katılımcıların bilimin doğasıyla ilgili olarak son profillerinin oluşturulması amacıyla da kullanılmıştır. Bu bağlamda, katılımcıların tez çalışmasından önce ve sonra bilimin doğasının temel unsurlarını içeren profilleri tablolar yardımıyla karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bilimin doğasıyla ilgili profillere ilave olarak, hem öğrencilerin hem de uygulama öğretmeninin

bilimin doğasının temel unsurları hakkında sahip oldukları görüşler, anket ve mülâkatlarda sorulan sorulara verdikleri cevaplardan doğrudan alıntılar yapılarak frekans ve yüzde değerlerini içerecek şekilde kapsamlı olarak incelenmiştir. Bu aşamada hesaplanan frekans ve yüzde değerleri, katılımcıların öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları karşılaştırmak ve bu bağlamda etkinliklerin başarı derecesi hakkında bir karar vermek amacıyla kullanılmıştır.

Katılımcıların 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). Katılımcı öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili görüşleri üç yolla kategoriye ayrılmıştır; zayıf (naive), değişken (transitional) ve yeterli (informed). Bu analitik taslağı açıklamadan önce, bilimin doğasıyla ilgili unsurların birden çok anket maddesinde açıklandığının belirtilmesine ihtiyaç vardır. Bilimin kesin olmayan doğası, birinci, ikinci ve üçüncü anket maddelerinde; bilimsel bilgideki değişim, atom hakkındaki madde ve dinazorlar hakkındaki maddelerine verdikleri cevaplardan yola çıkılarak açıklanmıştır. Katılımcıların bilimin doğasının kesin olmayan unsuruyla ilgili tüm görüşlerini yeterli olarak kategorilendirmek için, bütün maddelere verdikleri cevaplarda “yeterli” görüşlere sahip olduklarıyla ilgili delil sunmaları istenmiştir. Katılımcı, bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili üç madde için herhangi bir yeterli görüş sunamamışsa, sahip olduğu görüş “zayıf” olarak betimlenmiştir. Katılımcı, bazı maddelerde yeterli görüşler ortaya koyarken hepsinde koyamamışsa, sahip olduğu görüş “değişken” olarak betimlenmiştir. Bu kategorilendirme yöntemi, Khishfe (2004) tarafından yapılan bir çalışmada da kullanılmıştır.

Bu tez kapsamında uygulanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin fenne karşı tutumları ve bilimsel bilgi hakkındaki görüşleri üzerindeki etkileri ise, çalışmadan önce ve sonra uygulanan anketlerden elde edilen verilerin SPSS 11.5 istatistik programında analiz edilmesiyle karşılaştırılmıştır. Likert tipindeki tutum ve bilimsel bilgi anketlerinden elde edilen veriler, katılımcıların anketteki her bir soru maddesine verdikleri cevaplardan aldıkları puanlar; olumlu soru maddeleri için 5’den 1’e ve olumsuz soru maddeleri için ise; 1’den 5’e doğru atanmıştır. Bu şekilde beşli likert tipi ölçek kullanılan “fenne yönelik tutum anketinde” her bir katılımcı için toplam puanlar

hesaplanmıştır. Bu anketin ilk ve son uygulamaları sonucunda ortaya çıkan farklılıkları belirlemek için, $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde bağımlı t testi yapılmıştır. Bilimsel bilgi anketi için katılımcılardan her birinin soru maddelerine ön ve son anketlerde verdikleri cevapların frekans ve % değerleri tayin edilmiş ve bu şekilde her bir madde için ortalama puanlar ayrıca hesaplanmıştır. Bu puanlar, kendi aralarında bağımlı t testi (Büyüköztürk, 2002) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Bilimin doğasının öğretimi bağlamında uygulanan etkinliklerin değerlendirmesi ise, öğrencilerin ve öğretmenin uygulanan her bir etkinlikten sonra yazdıkları yansıtıcı yazılar, etkinlik uygulamalarının video kayıt görüntüleri, öğrenci-öğretmen diyalogları, öğrenci çalışma yaprakları, tasarladıkları materyallerin analizi ve çizimleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu veriler katılımcıların bilimin doğasının temel unsurları hakkındaki anlama seviyelerinin gelişimine karar vermek açısından dikkatli bir şekilde analiz edilmiştir. Etkinliklerin işlenişi esnasında öğrenci ve uygulama öğretmeni arasında yaşanan diyaloglar, videokaset görüntüleri ve ses kayıt cihazı verileri kullanılarak açık bir şekilde aktarılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, bilimin doğasıyla ilgili etkinlikler çalışmaya katılan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine uygulanmaya başlanmadan önce, uygulama süresince ve uygulandıktan sonra yürütülen çalışmalardan elde edilen bulguların analizleri sunulmuştur. İlk önce örnekleme bilimin doğasıyla ilgili etkinlikler uygulanmadan önce yürütülen anket ve mülâkat çalışmalarından elde edilen bulguların analizi verilmiştir.

3.1. Etkinlikler Uygulanmadan Önce Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında araştırmanın ilk iki alt problemine bağlı olarak sırasıyla; öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili ilk düşünceleri (3.1.1), öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili ilk düşünceleri (3.1.2) aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

3.1.1. Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili İlk Düşünceleri

Bu kısımda, örneklemdeki öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşünceleri ortaya çıkarmak için yürütülen anket ve mülâkat çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur. İlk önce ilköğretim 5-8. sınıf seviyelerindeki öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili öğrenmesi beklenen dört unsuru – kesin olmama, deneysel olma, çıkarıma dayalı olma, hayâlcilik ve yaratıcılık – ile ilgili profilleri tespit edilmiştir. Bundan sonra, öğrencilerin etkinlikler uygulanmadan önce bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşüncelerle ilgili bir sonraki bölümde yapılacak tartışmayı kuvvetlendirmek için, anket ve yarı yapılandırılmış mülâkat sorularına verdikleri cevaplar, kendi ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılarak kapsamlı bir şekilde açıklanmıştır. Tablo 5’de öğrencilerin her biri, kendilerini temsil eden bir isimle tanımlanmış ve bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili düşünceleri - yeterli, zayıf ve değişken – kategorilerinden biri kullanılarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 5. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşünceleri

Grup Katılımcı		Bilimin Kesin Olmayan Doğası			Gözlem veya Çıkarım			Bilimin Deneysel Doğası			Bilimin Yaratıcı ve Hayâlcî Doğası		
		Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken
1	E1		X		X					X	X		
	E2		X				X	X				X	
	K1		X		X			X				X	
	K2	X			X					X			X
2	E3			X	X			X			X		
	E4			X			X		X			X	
	K3	X			X			X			X		
	K4		X			X			X		X		
3	E5		X				X		X			X	
	K5		X			X			X			X	
	K6		X				X		X			X	
	K7		X				X			X		X	
4	K8		X			X				X		X	
	K9		X			X			X			X	
	K10		X			X			X			X	
	K11		X			X				X		X	
	E6			X		X			X			X	

K: Kız E: Erkek

Tablo 6. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin ilk düşüncelerinin dağılımı

Katılımcı N:17	Bilimin Kesin Olmayan Doğası		Gözlem veya Çıkarım		Bilimin Deneysel Doğası		Bilimin Yaratıcı ve Hayâlcî Doğası	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Yeterli	2	12	5	29	4	24	4	24
Zayıf	11	65	7	41	8	47	12	71
Değişken	4	24	5	29	5	29	1	6

Tablo 6 incelendiğinde; öğrencilerin % 22’sinin; bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı ve çıkarıma dayalı doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Fakat öğrencilerin % 56’sı bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Bununla birlikte, öğrencilerin % 22’sinin anket ve mülâkatlarda bilimin doğasının araştırılan unsurlarıyla ilgili sorulara verdikleri cevaplar, “yeterli” veya “zayıf” şeklinde herhangi bir kategoriye konulamamıştır. Bunun nedeni ilgili öğrencilerin, sorulan sorulara birbirleriyle çelişen veya tutarsız cevaplar vermiş olmasıdır. Bu öğrencilerin cevapları Tablo 5 ve 6’da “değişken” başlığı altında sınıflandırılmış fakat verilerin detaylı analizinde; “bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili zayıf düşüncelere sahiptirler” şeklinde analiz edilmiştir.

a) Bilimsel Bilginin Kesin Olmayan Doğası

Katılımcı öğrencilerin % 88’inin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu gruptaki öğrencilerin birçoğunun bilimsel bilginin kesin veya doğru olduğuna ve asla değişmeyeceğine inandıkları ortaya çıkmıştır. Bilimin kesin olmama unsuruyla ilgili olarak, öğrencilerin düşünceleri analiz edilirken anket ve mülâkatlardaki iki soruya vermiş oldukları cevaplar dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki; anketteki ilk madde olan “fen bilgisi kitaplarında yer alan bilimsel bilgilerin gelecekte değişip değişmeyeceği” ile ilgili sorudur.

Bu soruya öğrencilerin % 53’ü “bilimsel bilginin kesinlikle değişmeyeceği” [çünkü] “*bilim insanları, yanlış olsaydı [bilgileri] kitaplara koymazdı*” [K8] şeklinde cevap vermiştir. Bir başka öğrencinin soruya verdiği cevap şu şekildedir:

[Bilimsel bilgiler] doğrudur, [bilim insanları] araştırma yaptıkları için ve buldukları şeyi deneyerek çıkardıkları için doğrudur [K5]

Bu öğrencilerin, bilim insanlarının bir bilgi yapısı üzerinde emin olmadıkça ve bilgi herkes tarafından benimsenmedikçe fen kitaplarına konulamayacağına inandıkları tespit edilmiştir. Bir öğrenci; “bilimsel bilgilerin değişebileceğine inanıyor musun?” sorusuyla ilgili olarak, “*Hayır [bilimsel bilgi] değişmez, çünkü herkes tarafından kabul edilmektedir*” [E1] şeklinde cevap vermiştir.

İncelenen öğrencilerin %71’inin anketteki ikinci ve üçüncü soruya verdikleri cevaplardan açık bir şekilde, bilim insanlarının fen kitaplarında anlatılan atomun yapısı ve dinazorlar hakkında “emin” veya “kesin” olduklarına inandıkları ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerden birçoğunun, dinazorlarla ilgili konu alanı bilgilerinin yetersiz olduğu da tespit edilmiştir:

Bilim insanları bir atomun yapısını araştırıp görmüşlerdir [E2]

Bilim insanları bir atomu mikroskopla açık bir şekilde görmüştür [K5]

Bilim insanları dinozorlardan kalan fosillere bakarak onların neye benzediklerini açık bir şekilde ortaya koymuştur [K6]

İkinci olarak; öğrencilerin ancak birkaçı bilimsel bilginin mevcut bilgiye yeni bilgilerin ilave edilmesiyle değişebileceğini ileri sürmüştür. Bir öğrenci bu durumu şu şekilde açıklamıştır:

[Bilim insanları] deney yaparken tam emin olamazlar, ... Başka deneyler yaparken biraz daha fazla bilgi birikimine sahip oldukları için sonuçları değişir” [K3]

Katılımcıların ancak % 12’sinin bilimsel bilginin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının dinozorların neye benzediğiyle ilgili emin olamadıklarını, çünkü onların zamanında yaşamadıklarından dolayı dinozorları resmederken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ileri sürmüşlerdir:

[Bilim insanları dinozorların görünüş tarzları hakkında] emin değildir, onunla ilgili olarak tahmin yaptıklarından dolayı bu bilgi tam doğru olamaz [E1]

[Bilim insanlarının dinozorların] görünüşleriyle ilgili yaptıkları açıklamalara inanmıyorum, çünkü onları görmediklerinden dolayı dedikleri tam doğru olamaz [K2]

b) Bir Çıkarım ve Gözlem Arasındaki Fark

Katılımcı öğrencilerin % 71’inin, gözlem ve çıkarım arasındaki farkla ilgili “yeterli” bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Bu gruptaki öğrencilerin, “bilmeyi görmekle” eş

anlamli olarak kullandıkları belirlenmiştir. Öğrenciler, doğadaki bir olayla ilgili birşeyler öğrenmek için bilim insanların basitçe onu gözlemesi gerektiğine inanmaktadır. Katılımcıların % 47'si, bilim insanların mikroskop kullanarak atomu görebildiklerinden dolayı, atomun yapısı hakkında emin olduklarına inanmaktadır. Bu öğrencilerin ikisi düşüncesini şu şekilde ifade etmiştir:

[Bilim insanları] atomla ilgili olarak herkese yayılan bu bilgiyi bilirler, bu bilgi kabul edilmiştir. Elektron mikroskobu kullanarak bu şekli görmüşlerdir [K9]

[Bilim insanları] bu şekli gördüğünden, atomla ilgili bu şekil kesin doğrudur [K7]

[Bilim insanları] atomun yapısını araştırmış ve mikroskopla bakarak görmüştür [E2]

Benzer şekilde, katılımcıların % 41'inin, bilim insanların dinozorları gözleriyle gördüğünü ve bu nedenle de neye benzedikleriyle ilgili bilgilerinin kesin doğru olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

[Bilim insanları] dinozorları bakarak görmüştür [K11]

[Bilim insanları] dinozorları, nesilleri tükenmesin diye koruma altına almıştır [K5]

Bu soruyla ilgili mülakat verileri derinlemesine irdelendiğinde; birçok öğrencinin bilim insanların dinozorların varlığını açıklama yolu (çıkarım) ve bu açıklamaların dayandığı fosil kemikler (gözlem) arasındaki farkı bilemedikleri tespit edilmiştir. Buna örnek olarak, öğrencilerin, bilim insanların dinozor iskeletlerinin neye benzediğine karar verirken, “basitçe iskelet kemiklerini bir araya getirdikleri” şeklindeki cevapları alındıktan sonra, araştırmacı öğrencilere şu soruyu ilaveten sormuştur: “Fakat bilim insanları bir dinozorun rengi hakkında nasıl bilgi sahibi olabilir?”. Bu soruya verilen cevaplardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilim insanları] dinozorların kemikleriyle birlikte bazı deneyler yaparak rengini bilirler [E5]

[Bilim insanları] dinozorlardan kalan kemiklerle daha çok araştırma yaparak rengini bulurlar [E4]

[Bilim insanları] dinozorların kemiklerindeki yapıya bakarak renklerini söylüyorlar [K11]

Mülâkatta, dinozorla ilgili soru hakkında, öğrencilerin % 47'sinin ise gözlenen (fosil) ve çıkarılan (eskiden yaşamış oldukları) arasındaki farkın anlaşılmasıyla ilgili “yeterli” bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir.

[Bilim insanları] dinozorlardan kalan kalıntılara bakarak onların bir zamanlar yaşadığını söylüyorlar [K4]
 [Dinozorların] fosilleri var, büyük kemikleri oluyormuş, bu kemikleri birleştirerek boyu hakkında bilgi sahibi olurlar [K2]

[Bilim insanları] deneyler yaparken kemik bulurlar ve onlarla hesaplar yaparlar, bu yolla dinozorlarla ilgili bazı gerçeklere ulaşırlar [K3]

c) *Bilimsel Bilginin DeneySEL Doğası*

Katılımcıların % 76'sının, bilimin deneySEL doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bundan önceki bölümde bahsedildiği üzere; öğrencilerin % 47'sinin bilmeyi görmekle eş anlamlı olarak kullandığı ortaya çıkmıştır. Bu katılımcılar, bilgi ve delil arasında herhangi bir ilişki kuramamıştır. Bu nedenle, doğadaki bazı olaylarla ilgili ortaya atılan iddiaların henüz açıklanmamış bir takım boyutlarının olabileceğinin ve bilim insanlarının bu olayların nasıl olduğunu doğrudan gözlemeseler bile bunları delillere bağlı olarak ileri sürdüklerinin farkına varmakta başarısız olmuştur. Mülâkatta, öğrencilerin, dinozorlarla ilgili soruya verdikleri cevaplardan, % 41'inin dinozorlarla ilgili görüntülerin oluşturulmasında delillerin oynadığı rolün anlaşılamadığı ve bilim insanlarının gerçekten de dinozorları gözleriyle gördüklerini düşündükleri tespit edilmiştir:

Bilim insanları [dinozorların neye benzediğini] düşünerek hayâl ediyorlar [K4]

[Bilim insanları] dinozorlarla ilgili bilgileri kafalarında kendi düşünceleriyle kuruyorlar, bunların gerçek olması şüpheli [E3]

Katılımcıların % 24'ünün bilimsel bilgilerin üretilmesinde verilerin oynadığı rolle ilgili “yeterli” kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu öğrenciler, bilim insanlarının dinozorları gerçekten görememelerine rağmen, fosil kalıntılarına dayalı olarak onlarla ilgili bazı doğru görüntüler oluşturabileceklerini ileri sürmüşlerdir:

Bilim insanları dinozorların gerçekten var olduğunu kanıtlayamaz ama fosilleri kullanarak bunu iddia edebilir. Ayrıca, görünüş tarzlarını da kendi düşünceleriyle üretirler [E3]

Bilim insanları çok fazla emin olmamakla birlikte, buldukları delillerle ve onlardan kalan izlerle dinozorların neye benzediğini açıklamaya çalışırlar [K3]

d) Bilimsel Bilgi Üretmede Hayâlciliğin Ve Yaratıcılığın Rolü

Katılımcı öğrencilerin % 76'sının bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir. Katılımcıların sahip oldukları fikirlerde üç farklı eğilim ortaya çıkmıştır: İlki, bundan önce de bahsedildiği üzere; öğrencilerin % 47'si, bilim insanlarının maddenin atomik doğasını bir atomu mikroskop altında gözlemleyerek öğrendiklerini ileri sürmüştür. İkincisi, öğrencilerin % 41'si dinozorların betimlenmesinin yaratıcı ve hayâlcî çalışmaları kapsadığını bilmemektedir. Bu öğrenciler, bilim insanlarının dinozorları veya onların resimlerini kesinlikle gördüklerini ima etmiştir.

Bir karşılaştırma yapılacak olunursa, öğrencilerin sadece % 35'i, bilim insanlarının maddenin yapısı veya dinozorların varlığının anlatılması gibi bilgileri üretmede hayâlciliği ve yaratıcılığı kullandıklarını belirtmiştir. Buna rağmen, bu bilgilerin ortaya konulmasında deneysel delillerin oynadığı rolü açıklamakta “yeterli” olamadıkları tespit edilmiştir:

Bilim insanları çalışmalarında hayâl gücünü ve yaratıcılığı kullanırlar. Mesela atomu göremezler ama onun nasıl olduğunu hayâl ederek söylüyorlar [K1]

İnsanlar hayâl ederek değişik şeyler yapabilir ve formüller elde edebilirler [K2]

Üçüncüsü, anketteki son madde olan ve “bilim insanlarının çalışmalarında hayâlciliği ve yaratıcılığı kullanıp kullanmadıklarıyla” ilgili soruya verdikleri cevaplardan, öğrencilerin % 18'inin bilimin yanlış sonuçlara neden olabileceğinden dolayı yaratıcılık ve hayâlcilik gibi insani özellikleri kesinlikle içermeyeceğini ileri sürdükleri ortaya çıkmıştır:

Bilim insanları çalışmalarında hayâl gücü ve yaratıcılığı kullanmazlar. Bilgileri düşünerek elde edemezler, deneyler yapmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca yaratıcılıklarını kullanırlar ama hayâllerini değil [E2]

Katılımcıların % 24'ü, bilim insanlarının çalışmalarında hayâl gücünü ve yaratıcılığı kullandıklarını belirtmiştir. Fakat bu öğrenciler, hayâl gücü ve yaratıcılık terimlerini bilgi veya fikir üretmek anlamında değil, bir takım başka etkinliklere ve unsurlara atıfta bulunmak amacıyla kullanmıştır. Mülâkattaki dördüncü ve beşinci maddeler, katılımcıların bu terimlerle ilgili neyi kastettiklerini ve ileri sürdükleri düşünceleri aydınlatmaları için sorulmuştur. Katılımcıların % 76'sı, bilimde “hayâl gücü” ve “yaratıcılığı” bir kişinin bilimsel bir ürün veya ilgi çekici bir deney yapma yeteneği ile eş anlamlı olarak kullanmıştır:

Bilim insanları yapacakları işlerde hayâlciliği ve yaratıcılığı kullanarak, şöyle yapsam daha iyi olur mu diye düşünür [E3]

Bunları [hayâl gücü ve yaratıcılığı] kullanarak, bir iş yaparken ona biraz daha güzellik katmaya çalışırlar [K5]

3.1.2. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenin İlk Düşünceleri

Bu kısımda, bilimin doğasıyla ilgili hazırlanan öğretim etkinliklerini kendi sınıfında uygulayan fen bilgisi öğretmenin bilimin doğasının yedi temel unsuruyla ilgili düşünceleri belirlenmiştir. Bu amaçla kendisiyle yürütülen anket ve yarı yapılandırılmış mülakat çalışmalarından elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur. Tablo 7, fen bilgisi ders öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili olarak araştırmanın başında sahip olduğu düşünceleri içermektedir.

Tablo 7. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmenin ilk düşünceleri

Deneysel	Bilimsel bilginin değişmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Bu deneylerde kullanılan malzemeler ya da durumlar değiştirilirse sonuç daha ileriye ve hatta farklı boyutlara gidebilir. Bu nedenle ne kadar çok deney yapılırsa, bulunması mümkün olan bilgilere o kadar daha kolay ulaşılır.
Kesin Olmayan	... atom teorisi birçok kez değişmiş ve yenisi bulunmuştur. Fakat aradan uzun yıllar geçmesine rağmen hala aynı teori kullanılmaktadır. Bu nedenle şu an kullanılan atom modeli değişecek olsa zaten değişirdi. Fakat yeni teorilerin zamanla çürütülme şansı daha fazla olsa bile, eski teorilerin değişebilme ihtimali daha az.
Yaratıcı ve Hayâlcî	Bilim insanları hayâl güçleri ve yaratıcılıkları sayesinde araştırmalarını planlarken çeşitli durumları göz önünde bulundurabilir. Hatta veri toplama aşamasında topladıkları verilere göre yaratıcılıklarını ve hayâl güçlerini ilave edip çalışmalarına yeni boyutlar kazandırabilirler.
Teori-Kökenli	Bilim insanlarının dinozorların neslinin tükenmesiyle ilgili farklı görüşlere sahip olması, farklı teorilere sahip olmalarından kaynaklanır. Buna benzer şekilde dinozorların açıktan öldüğü düşüncesi de bence mantıklıdır!
Sosyal ve Kültürel	Bilim evrensel olduğundan dolayı, sosyal ve kültürel değerlerden asla etkilenmez.
Gözlem ve Çıkarım	İki bilim insanı aynı verileri incelese bile farklı sonuçlara ulaşabilir.
Teoriler ve Yasalar	Yasalar teorilere göre daha gelişmiş bir bilgidir. Teoriler denenmeye daha açıktır. Birisi daha doğrusunu bulacakmış gibi yani. Örneğin, evrim teorisi yoruma açıktır. Buna karşın Arşimet Yasası yeterince açıktır ve artık hiç değişmez.

Tablo 7’de sunulan ve öğretmenle yürütülen anket ve mülakat çalışmalarından yapılan doğrudan alıntılardan; öğretmenin çalışmanın başlangıcında bilimin doğasıyla ilgili olarak; ikisi - gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile yaratıcı ve hayâlcî doğası- dışındaki diğer unsurlarıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir. Örneğin, bilimin sosyal ve kültürel doğası, teori ve yasa arasındaki fark, bilimin deneysel ve kesin olmayan doğası ile ilgili “değişken” veya “zayıf” kabul edilebilecek düşüncelere sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Etkinliklerin Uygulanma Süreciyle İlgili Bulgular

Bu bölümde, öğrencilerin ve ders öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramları bilimsel anlamda daha doğru kabul edilenlerle değiştirebilmek için tasarlanan ve uygulanan öğretim etkinliklerinin her biri; etkinliklerin video-kaset kayıtlarına, öğrenci çalışma yapraklarına, öğrencilerin hazırladığı modellere, öğrenci ve öğretmenlerin yansıtıcı yazılarına atıfta bulunularak analiz edilmiştir. Bu yolla uygulanan etkinliklerin analizleri boyunca, hem katılımcı öğrencilerin hem de öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramlardaki değişim süreci daha açık bir şekilde ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Küplerin İncelenmesi

Bu etkinlik, bilimsel bir araştırma süresince takip edilen temel işlemleri ve bilimin doğasını öğrencilere kavratmak için birbirini izleyen dört ders saatinde uygulanmıştır. Etkinliğin başında öğrencilere “*Bilimle ilgilenen bir kişi işini nasıl yapmaktadır?*” ve “*Bir çalışmanın bilimsel olmasından ne anlıyorsunuz?*” soruları sorularak, öğrencilerin bilimsel araştırma süreci ve bilimin doğasıyla ilgili düşünceleri ve çalışılan konuya motive olmaları sağlanmıştır. Bu yolla, öğrencilerin bilim ve bilim insanlarıyla ilgili sahip oldukları düşüncelerin bir ön değerlendirmesi yapılarak öğrencilerin bilim ve bilim insanlarıyla ilgili sahip oldukları farklı bilgi yapıları tespit edilmiştir. Bu noktada, sınıftaki tüm öğrencilere düşüncelerini ifade edebilme fırsatı verilmiştir:

[Bilim insanları] düzenli çalışırlar [K1]

[Bilim insanları] deney yaparlar [K4]

[Bilim insanları] araştırma yaparlar [E5]

Bundan sonra dört kişilik çalışma gruplarına ayrılan öğrencilerden, kendilerine verilen birinci küpü inceleyerek, “küple ilgili sorular üretmeleri” istenmiştir. Bu yolla öğrencilerin bilimsel bir araştırma sürecinin gözlenen bir olayla ilgili sorulan sorularla başladığını kavramaları hedeflenmiştir. Bu süreçte hazırlanan sorulardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bu kartondan yapılan basit kutu hayatımızı kolaylaştırabilir mi? [K2]

Bu küpü neden böyle kâğıttan yapmayı tercih ettiniz? [E1]

İçinde bir şey var mıdır [E1]

Küpün içinde hava var mıdır? [E5]

Küpün altında hangi sayı var? [K6]

Bu soruyla ilgili cevapların tümü alındıktan sonra, öğrencilerin daha genel bir soru olan “*küpün altında ne vardır?*” sorusuna odaklanmaları ve bilimin sorulan bir soruyla başladığını kavramaları amaçlanmıştır. Buradan hareketle, öğrencilerin küple ilgili gözlem yapmaları ve yaptıkları bu gözlem verilerini çalışma arkadaşlarıyla karşılıklı fikir alışverişinde bulunarak birleştirmeleri ve küpün tabanındaki sayının ne olduğunu, buldukları delilleri ileri sürerek açıklamaları istenmiştir. Birlikte çalışan öğrenci grupları, yaptıkları incelemelerinin sonucunu bir süre sonra aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Biz arkadaşlarımızla birlikte çalıştık. Herkes kendi tarafındaki sayıyı söyledi. Karşılıklı kenarlardaki sayıların toplamının 7 olduğunu bulduk. Mesela $4+3=7$, $6+1=7$, bu nedenle üstteki sayıyla alttaki sayının toplamının da 7 etmesi için $5+x=7$ olduğundan, altta 2 olduğunu düşündük. Bununla birlikte, küpün kenarlarında 1, ..., 3, 4, 5 ve 6 var, fakat bu sıralamada 2 eksik olduğundan altında 2 olmalı [K2]

Bizim de iki açıklamamız var; arkadaşlarımızla konuştuk ve küpün her bir kenarında ne olduğunu öğrendik. 1, ..., 3, 4, 5 ve 6 var, sıralamada eksik olan 2'dir. Köşelerin bir tarafı çizgili diğerinde çizgi yok. Çift rakamlarda kırmızı çizgi var, fakat tek rakamlarda çizgi yok diye düşündük [E3]

Karşılıklı kenarların birinin çizgili diğerinin çizgisiz olduğunu ve karşılıklı kenarlardaki sayıların toplamının 7 olduğunu bulduk. Üstte 5 olduğuna göre $2+5=7$ ve dolayısıyla altta 2 olmalıdır [K5]

Karşılıklı kenarlardaki sayıların ne olduğunu herkes söyledi ve 1,..., 3, 4, 5 ve 6 sıralamasında 2 olmadığı için, ve tek sayıların üç tane fakat çift sayıların iki tane olduğunu fark ettik, dolayısıyla altta 2 olmalıdır diye bulduk [K11]

Etkinlikte ayrıca öğrencilerle; “bir olayla ilgili birden çok gözlem yapılmasının ve gözlem verilerinin birleştirilmesinin daha güçlü bir açıklamaya” yol açıp açmayacağı tartışılmıştır.

Bu etkinlikte grupta çalışmasaydınız, vereceğiniz karar ne derecede doğru olabilirdi?

[Ö]

— Tek olsaydı % 99 bulurdum, çünkü kendi aramızda düşünürken 2 olduğunu bilmişti. E4 arkadaşımız ise tek sayılarda kırmızı çizgiler yok çift sayılarda var dedi, onu bulamazdım [E3]

— Karşı taraftaki sayıyı göremediğimden bulamazdım [K2]

— Herkes kendi tarafından baktı ve bu sayede olmayan sayının ne olduğunu düşündük [E1]

Peki, acaba dört kişi birlikte çalışmanızın bir faydası oldu mu? [Ö]

— Etkisi oldu, arkadaşlarımız olmasaydı kendi taraflarındaki sayıları göremezdik ve sonucu bulamazdık [K1]

Bu etkinlikte küplerle ne yaptınız? [Ö]

— Gözlem [E3]

Bu etkinlikte oturduğunuz yerden ve bir taraftan tek bir gözlem yapmış olsaydınız ne olurdu? [Ö]

— Bir şey bulamazdık [K2]

— Alttaki sayıyı bulamazdık ve kırmızı çizgilerin nerede olduğunu bulamazdık [E4]

— Bu sayıyı araştırırken çok yorulurduk çünkü diğer taraflarda nasıl sayılar olduğunu bulamazdık [E3]

Bununla birlikte, tüm çalışmalardan sonra küplerin tabanı öğrencilere açıkça gösterilmeden masalardan uzaklaştırılmış ve bununla “bilim insanlarının bilimsel bir sorunun cevabını tam anlamıyla bilme şanslarının olmadığından dolayı yaptıkları açıklamaların da kesin olmayacağı” hususu arasındaki ilişkiyi kurabilmeleri istenmiştir. Buna tarih öncesi dönemlerdeki bazı canlıların (örneğin dinozorların) nesillerinin tükenmesi ve atomun yapısının modellenmesi gibi örnekler verilmiştir.

Küpün altındaki sayıyı kesin olarak bilmemiz mümkün mü? [Ö]

— Evet, mümkündür, çünkü 6 rakam var biri eksik, o da 2’dir [E3]

Karşılıklı kenarlardaki sayıların toplamı 7’dir o zaman 2 alttadır [E1]

Ben size küpün altını gösterdim mi? [Ö]

— Hayır

O zaman altında iki olması kesin olarak doğru mudur? [Ö]

—Hayır.

İşte bilim insanları da sizin gibi bir soruyu araştırır, fakat her şeyi gözleriyle göremezler, dolayısıyla bilgileri kesin doğru olamaz [Ö]

Örneğin, atomun yapısıyla ilgili bir bilgi var. Fakat içyapısı asla görülmemiştir. O halde atomla ilgili bilgiler kesin doğru olabilir mi? [Ö]

— Hayır.

Peki dinazorların yok olmasıyla ilgili değişik görüşler vardır. Biri; bir göktaşı dünyaya çarptı derken, diğeri bunu kabul etmez ve volkanik bir patlamayla yok olduklarını söyler. Bu iki görüş birçok bilim insanı tarafından benimsenmektedir. O zaman bilimsel bilgiler kesin doğrudur diyebilir miyiz? [Ö]

—Hayır

Buna benzer örnekler verebilir misiniz? [Ö]

— Mesela, dünyada meridyenler var, onlar da gözle görülemiyor ama biliniyor [K4]

— Bazı insanlar, uzaylıların varolduğunu söylüyorlar [K4]

— Dünyanın çekirdeğinin olduğunun düşünülmesi [E1]

Birinci küp etkinliğinde öğrencilere ayrıca “*yaptığınız çalışmaların bilimle ilişkisi nedir?*” ve “*Bu araştırma bilimsel bir çalışmayı nasıl temsil etmektedir?*” soruları sorularak, öğrencilerin “bilimin bir olayla ilgili sorularla başladığı”, “bilimin sorulan sorularla ilgili açıklamalarda bulunmak için gözlemleri kullandığı”, “ileri sürülen açıklamaları destekleyen ne kadar çok gözlem yapılırsa açıklamanın o derece kuvvetli olduğu”, “bilim insanlarının yaptıkları açıklamaları başkalarıyla paylaştığı” ve “bilim insanlarının kendi açıklamalarını savunduğu ve başkaları tarafından ileri sürülen açıklamaları ise kritik ettiği” gibi hususlara vurgu yapılmıştır.

—Bu etkinlikte küpün altındaki sayının ne olduğu etkinliğine, bir soruyla başladık [K3]

— Gözlemler yaptık [K2]

Sonra gözlemlerinizi bana bazı şeylerde açıkladınız, bu hangi aşamaydı? [Ö]

— Tahminler yaptık [K2]

— İncelemeler yaptık [E4]

— 2 olduğunu kanıtlamaya çalıştık [E1]

Hangisi en doğrudu? Bazılarınız farklı açıklamalarda bulundu? [Ö]

— Küpün altında iki olması daha doğrudu.

Niçin? [Ö]

- ...

Bu açıklamalarınızı grup arkadaşlarınızla paylaşma amacınız neydi? [Ö]

—Karara varırken delillerimizi kullandık [K2]

Burada yaptığınız gözlemleri kullanarak veri elde ettiniz. Onları kullanarak bir hipotez kurdunuz, yani küpün altında 2 olduğunu düşündünüz. En sonunda da bunu kanıtlamaya çalıştınız. Burada bilimsel bir çalışma yaptınız [Ö]

Bu etkinlikte, bilimsel bir çalışmada izlenen adımlar, öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak açıklanmıştır. Bu ilk etkinlikte, öğrencilerin her biri yaptıkları çalışmaları ayrıca öğrenci çalışma yaprağına kayıt etmiş ve sonra grup arkadaşlarıyla paylaşmıştır. Bu şekilde, öğrencilerde, bilim insanlarının yaptıkları bir araştırma sürecini detaylı olarak kayıt ettikleri fikri oluşturulması hedeflenmiştir.

İkinci küp etkinliğinde ise birinciyle benzer şekilde “küpün tabanında ne vardır?” sorusundan hareketle öğrencilerin grup çalışması yapmaları ve küple ilgili gözlemlerini kullanarak tabanda ne olabileceğini düşünmeleri ve elde ettikleri verilerini kaydetmeleri istenmiştir. Bunun için öğrencilere yeterli süre verilmiş ve sonra da her bir gruptan bir öğrenci vardıkları ortak sonucu sunarak, delillerle savunmuştur:

Biz inceleme sonucunda aynı renk çizgi ile taranmış kısımlarda yer alan isimlerin baş harflerinin aynı olduğunu, aynı çizgi ile taranmış bölgelerin alt kısmında yazan sayıların aynı olduğunu, üstteki sayıların isimlerin kaç harfli olduğunu belirttiğini fark ettik. Bundan sonra alttaki ve üstteki sayıları topladık. Dört tane çift sayı bir tane tek sayı çıktı. 4 tane çift sayı çıkması ismin dört harfli olduğunu belirtir ve isim Sıla’dır [E1]

İlk olarak arkadaşlarımızın önündeki isimleri, isimlerin baş harflerini ve kaç harften oluştuğunu öğrendik. Harf sayısı ve köşelerdeki sayıların uyduğunu ve karşılıklı bakan isimlerin baş harflerinin aynı olduğunu fark ettik [E5]

Küpün üzerindeki sayıları topladık ve tabanında ne olduğunu bulmaya çalıştık. Bizce tabanda Servet ismi var [K10]

Biz rakamların toplamı ve isimlerin baş harfleriyle yola çıktık. İsimlerin harf sayılarını bir tarafa bıraktık. Alfabeye göre isimleri sıraladık geri kalan sayıların toplamı 10 oldu. S harfiyle başlayan 10 harfli bir isim olarak Selahattin’i bulduk [E3]

Grupların tümü küpün tabanında ne olabileceğiyle ilgili bir karara vardıldıktan sonra “küpün tabanındaki isimle ilgili hipotezin gerçekten doğru olup olmadığına nasıl karar verebilirsiniz?” sorusu sorularak bunun için deney yapılması gerektiği fikrine ulaşmaları sağlanmıştır. Bu süreçte öğrencilerden biri ile öğretmen arasında geçen diyaloga aşağıda yer verilmiştir.

—Bunu incelemek için deneyler tasarlarım [E1]

Evet, bilim insanları da kurdukları hipotezlerini doğruluğunu kanıtlamak için bir deney tasarlar. Bu amaçla siz küpün bir köşesindeki sayıyı görebilmek için bir deney yapabilirsiniz [Ö]

Bu noktada, öğrencilerin planladıkları deneyleri yapmaları için izin verilmiştir.

İkinci etkinlikte ayrıca “bilimsel bir araştırmada teknolojinin kullanıldığını” öğrencilere anlatmak için yapacakları deneyde küçük bazı aletlerden (örneğin ataç veya cımbız) faydalanmalarına izin verilmiştir. Bu yolla, öğrencilere “küple ilgili gözlemlerini ve bilgilerini genişletmek için teknolojiyi kullandıkları” fikri aşılarmaya çalışılmıştır.

Bu deneylerde küpün köşelerine bakmak için ne kullandınız? [Ö]

- Elimizdeki ataçları kullandık.

Bu atacın teknolojik bir araç olduğunu söyleyebilir misiniz? [Ö]

- Evet

- İşte o zaman, bilimsel bir araştırmada teknolojinin önemli bir rolünün olduğuna inanıyor musunuz? [Ö]

- Evet

Bu etkinlikte ayrıca öğrencilerin yaptıkları deneylerde hata yapmalarına (tabanın yanlış köşesini kaldırıp bakmalarına) izin verilmiş ve bu durum bilim insanlarının da bazen yanlış deneyler yapabildikleri açıklamasıyla desteklenmiştir.

Küpün sağ köşesini ataçla kaldırdığımızda bir şey elde edemedik [K10]

Küpün bir köşesini kaldırdık ve 2 sayısını bulduk [E3]

Bu etkinlik sonunda, küplerin tabanları öğrencilere açıkça gösterilmeden ortamdan uzaklaştırılmış ve bununla bilimsel bilginin “kesin olmayan doğası” arasında ilişki kurmaları istenmiştir.

Üçüncü ve son küp etkinliğinde ise, takımlardan her birinin ilk olarak birer küp tasarımları ve bunları diğer takımlara vererek ilk iki etkinlikte açıklanan kurallara uymak şartıyla incelemeleri istenmiştir. İkinci ve üçüncü etkinlikte inceleme süreciyle ilgili olarak öğrenciler tarafından doldurulan “çalışma kâğıtları” bilimsel bir araştırmayı anlama yeteneklerini ölçmek için kullanılmıştır.

Bu etkinliğin uygulama süreci ile öğrencilerin ve öğretmenin bilim ve bilimsel bilgiyle ilgili anlamalarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan öğrenci ve öğretmen yazılarındaki ifadelerden bazıları hiç değiştirilmeden aşağıda aktarılmıştır:

[Bu etkinlikte] bilim ve bilimsel bilginin öncelikle gözleme dayandığını öğrendim. Bilimsel bir bilgiyi bulmak için önce gözlem yaptım, bu gözlemlerin sonunda veriler elde ettim. Veri elde etmede gözlemlerin önemli bir yeri olduğunu öğrendim... Bilim ve bilimsel çalışmaların temelinde gözlem olduğunu, ayrıca bilimsel çalışmaların her zaman doğru sonuç vermeyeceğini, bazen de insanların yararına olmayacak yanlış sonuçlar vereceğini, onun için deney yaparken çok dikkatli olmamız gerektiğini öğrendim [K2]

Bilim deyince aklıma gözlemek, araştırmak, bir sonuç elde etmek için tahminlerde bulunmak geliyor. Bulmak istediğimiz sonuç için bize verilen bilgiler üzerinde yoğunlaştık, ipuçları bulunca bu oyun daha zevkli hale geldi, bu etkinlikleri yapınca bilimin daha zevkli olduğunu öğrendim... [E1]

Bilim ve bilimsel bilgi hakkında çok şey öğrendim ... Bence bilim ve bilimsel araştırmalar bazı deneyler sonucunda ortaya çıkıyor. Bunu önceden bilmiyordum şimdi ise biliyorum, şunu da öğrendim ki; hiçbir şey düşünmeden ortaya çıkmaz. Demek ki, bir şeyleri öğrenebilmek için o konuda araştırma ve deney yapmak gerekiyor [K4]

Yaptıklarımız bilim adamlarının da yaptıkları bilimsel çalışmalara uygun bir etkinlikti ve bu etkinlikte anladığımız olay şu: bilim adamları da yaptıkları bilimsel çalışmalarda tahminler ve gözlemler yapmaktadır [K5]

Birlikte yaptığımız deneylerde bilimin nasıl araştırıldığını, bilimin zor bir iş olduğunu... Kutunun altındaki sırlı isimleri ve sayıları bulmaya çalıştık. Sonunda güzel bir araştırma oldu...[E5]

Birlikte yaptığımız bu etkinlikte bilimin nasıl araştırılıp bulunacağını öğrendik...[K6]

Bilim geniş çaplı araştırma, gözlem ve deneyler sonunda insanların hayatını kolaylaştırmaya ve bilgilendirmeye çalışır. Yaptığımız deneyden bilimle ilgili yeni şeyler de öğrendim. Örneğin, küpü yaparken ilk başta bir şey bilmiyorduk, fakat araştırıp gözlemleyip deneyler yaptıktan sonra bir sürü ipuçları çıktı. Sonra tahminlerle doğru cevaba ulaştık. Buradan bilim insanlarının bir şeyi araştırırken önceden bir şey bilmediklerini sonra gözlem, deney ve araştırmalar sonucunda doğru

cevaplara ulaştığının bilincine vardım. Küp deneyinde araştırma yaparken bilimsel araçlardan faydalandık tıp ki bilim adamları gibi [K1]

Bilimsel bir araştırma yaptık. Birlik ve beraberlik içinde yapılan araştırmada gözlemlenen işleri bilim gibi canlandırdık. Biz bilim adamı gibi seçenekler ve sorular sorduk... [K3]

[Bu etkinliklerle] gözlemlemeyi, grupla birlikte çalışmayı öğrendik. Bilim adamları da aynen bizim gibi gözlemliyorlar, bazı arkadaşlarıyla birlikte çalışıyorlar, biz de onlar gibi grupla çalışmayı, düşünmeyi, zekâmızı çalıştırmayı, birbirimizin fikirlerine saygılı olmayı öğrendik [E2]

Bilim, bilinmeyen ya da sonucuna ulaşılamayan şeylerin araştırılması, gözlem yapılması, deney yapılması ve o işin sonucunu bulmaktır. Gerçi bilim araştırdığı işlerin tam olarak sonucuna ulaşmasa da yine de % 51 oranda bulur [E3]

Bilim, bizim yaptığımız gibi deneyler yaparak, araştırarak, gözlemleyerek bulunan deneydir. Bilim insanları da bizim gibi yapıyor. Arkadaşlarıyla tartışarak bazı bilgilere ulaşırlar, bizler de bilim insanları gibi gözledik, araştırdık...[K7]

Bir kişi olsaydık hiçbir şey öğrenemezdik, ama grupça çalıştığımız için diğer taraftaki isimleri ve sayıları öğrendik, bu yüzden [alttaki sayıyı] daha kolay bulduk [E4]

İlk önce arkadaşlarımızla bir grup oluşturduk... [E6]

Bilim insanlarının yaptığı şeylerin hepsinin doğru olmadığını öğrendim. Bilimsel bilgileri öğrenmek için araştırmak, düşünmek ve incelemek gerekir... Bilim adamları genellikle bilime önem verir. Yaptıkları şeylerin doğru olup olmadığını kendileri de bilmez...[K11]

Bu etkinliklerle bilimin iyi bir şey olduğunu düşündüm, kendi yöntemlerimizle küpün altındaki sayıyı bulduk, bilimsel zekâmızı biraz daha geliştirdik... Bu etkinliği çok sevdim... Bilim hakkında çok şey öğrendik [K10]

Ben ve arkadaşlarım birlikte küp oluşturduk....bilim be bilimsel bilgi hakkında çok şey öğrendik. Bilim az veya çok hayatımızı kolaylaştırıyor...[K8]

Katılımcı öğrencilerden ayrıca fen derslerinde daha önce yapılan etkinlikler ile küp etkinliği işleniş yönünden karşılaştırarak bunu açıkça yazmaları istenmiştir:

Bu fen dersimiz bundan öncekilerden farklı... Öğretmenimiz bize bilimin gözleme dayalı bir iş olduğunu öğretti, bize çeşitli deneyler yaptırarak gözlemlerimizi, verilerimizi, hipotezimizi ve sonra deneyin sonucunu sorardı. Bu deneyler benim için çok iyi oldu, gözlem ve yorumlama yeteneğimin bir şeyler kazandığıma inanıyorum... Kendimi sırlı bir dünyada hissediyorum, küplerdeki sırrı bulmaya çalışırken çok eğleniyorum...[K2]

Eskiden işlediğimiz fen dersi ile şimdiki fen dersi arasında çok fark var. Eskiden küme yoktu, şimdi ise bir kümemiz var. Bu kümeden çok memnunum, şimdiki işlediğimiz fen dersleri çok zevkli [E1]

...Aslında [bu etkinlikle diğer fen dersleri arasında] pek fark yok. Fen bilgisi dersinde de deneyler ve araştırmalar yapılıyor, bilimde de. Bundan şunu anladım ki; bilim ile fen bilgisi ilişkili. [K4]

Biz de bilimle uğraşan kişiler gibi gözlem ve yorumlarımızla soruların cevabını buluyorduk, hatta, deneylerle ilgileniyorduk ve ilgileneceğiz de [K5]

Bu deneyler fen derslerinden çok farklı, çünkü fen derslerinde farklı deneyler yapıp başka başka sonuçlar alıyorduk. Fakat bu etkinliklerde bir şeyler tasarlıyoruz, bazı sırları çözüyoruz. Deneyler yaptık bazı bilimsel sonuçlara ulaştık... [E5]

Bu yaptığımız etkinlik fen dersleriyle biraz ilişkili. Bilim gibi fende de düşünüyoruz [K6]

Fen dersi düşündürücü ve sırlı bir derstir. Fakat, yaptığımız bu etkinlikte hem düşündük hem de eğlendik, hem merak ettik,...[K1]

Fen derslerinde problemler çözerdik ve bazı deneyler yapardık. Ama şimdiki yaptığımız deneyler kişiyi düşünce içerisine sokuyor, düşünmeden yapılamaz [K3]

... Bu etkinlikler biraz daha zevkli geçiyor. Gruplara ayrıldık [E2]

Bundan önce gruplara ayrılmazdık, deneyler kolaydı, şimdi deneyler zorlaştı, önceki fen derslerinden daha zevkli geçiyor [E3]

Bundan önceki fen derslerinde böyle etkinlikleri fazla yapmadığımız için bilim hakkında fazla bir şey bilmiyordum, şimdi biraz öğrendim [K7]

Bu etkinlikler çok değişik ve dersler daha güzel geçiyor...[E4]

Fen derslerinde de deneyler yaptık ve çok zevkliydiler... Fakat gruplara ayrılmıyorduk [K10]

Yaptığımız birçok deneyde farklı şeyler gördük. Fakat bu etkinlikler daha farklıydı [K9]

Bu etkinlikle ilgili olarak öğretmenin düşüncelerine aşağıda yer verilmiştir:

Bilim hakkında zaten bildiğim, fakat önem derecesi öğretmek bakımından daha düşük olan noktalar biraz daha fazla önem kazandı. Eskiden sadece konunun öğretilmesi önemliyken, şimdi bakıyorum da aslında yeterli değilmiş. Her yıl, ya da 4. sınıfın başında çocuklar fen öğrenmeye başlarken, konu içlerinde bilimin doğası, özelliklerine yer verilmeli diye düşünüyorum. Bundan önceleri bilimsel bilginin ne olduğu hakkında hiç bahsetme gereksinimi duymamıştım. Şimdi çok önemli bir parça olduğunu düşünüyorum. Bilim insanların uzun yıllardan sonra yaptıkları araştırma benim için daha inandırıcıydı, bu etkinlikle araştırma sonuçlarına olan inancım azaldı. Öğrencilerin büyük çoğunluğu çok şey öğrendi. Bundan önce üzerinde

durmadığım, bilim, bilimin doğası hakkında bilgi kazandılar. Etkinlikten sonra öğrenciler en küçük bir şeyden sonra bilim adamına benzetmeye, etkinlikten öğrendiklerini kısmen günlük yaşamda kullanmaya başladılar [Ö]

Bundan önce verdiği fen bilgisi derslerinin işlenişini dikkate aldığında, yapılan bu etkinliği farklı olarak görüp görmediğiyle ilgili olarak öğretmenin kullandığı ifadelerden bazıları aşağıda verilmiştir:

[Bu etkinlik] kesinlikle çok farklı ve aşırı derecede planlı. Öyle ki: harfiyen uymak zorunda hissediyorum kendimi. Grup çalışması bakımından da büyük fark var. Daha önceleri öğrencileri hiç bu şekilde grup çalışmasına sokmamıştım. E2amayacaklarını, sınıf disiplininin bozulacağını düşünmüştüm. Fakat öyle olmadı. Etkinlikler gerçekten iyi planlanmıştı. Normal derslerde öğretememe kaygısı yaşar, konuyu defalarca tekrarlar ve herkesin eşit derecede anlamasını önemserdim. Fakat bu etkinliklerde böyle kaygılarım olmadı. Her öğrencinin aynı sonuca ulaşamayacağı ön bilgisine sahiptim. Etkinliklerin sunumunu kasete kaydedip sonradan dinlemem çok farklı oldu; ders içinde nasıl cümleler kurduğumu ve başka ayrıntıları yakalama fırsatım oldu. Etkinlik uygulamaları boyunca öğrencilerin resimlerinin alınması ve uygulamanın video kameraya kaydedilmesi, hem öğrencileri mutlu etti, hem de daha ciddiye çalışmaya karşı teşvik etti [Ö]

3.2.2. Hileli İzler!

Bu etkinlik 40 dakikalık 2 ders saatinde tamamlanmıştır. Bu etkinliğe 17 öğrencinin 7'si katılmamıştır. Etkinliğin ilk kısmında öğrencilerden Ek Şekil 2.3'de ne olmuş olabileceğiyle ilgili düşüncelerini 2-3 dakika içinde çalışma kâğıtlarına yazmaları istenmiştir. Bu süre sonunda rast gele seçilen bazı öğrenciler yazdıklarını sınıfla paylaşmışlardır. Ek Şekil 2.3 ile ilgili yazılan senaryolardan bazıları şu şekildedir:

Bir kuş izine benzetiyorum. Bu kuş bir şey yiyormuş gibi dolaşüyor, ortaya gelince iyice dolaşüyor ve yine bir şeyler aramaya başlıyor [E4]

Bu yolda kurbağa atlayarak izler bırakmıştır. Kurbağa izlerinin olduğunu düşünüyorum. Burada kuş da yürümüştür. Bu izler kurbağa izleri, kuşun ayak izleri olduğunu düşünmüyorum [E5]

Ördek veya kuş gezmiş olabilir ve kuş ile kavga etmiş, kuş küçük olduğu için ördek yenmiş, büyük parmak izlerinden anladım [K4]

Burada bir anne ve bir yavru kurbağa ile dolaşmaya çıkmış. Birden saldırıya yakalanmışlar. Saldırıdan kaçmışlar, anne ve yavru başka yerdedir [E6]

Şekilde karga ve sinekler var. Kargalar gelince sinekler kaçıyor. Bazılarını öldürüyorlar. Karga sinekleri öldürdükten sonra gidiyor [K7])

Bir kuş farklı bir yere inip yürümüş ve ayak izleri veya kuşa benzeyen herhangi bir hayvan [E3]

Şekilde karalamalar bence sinek. Sinekler başka sinek grubunun istilasına uğradıkları için kaçıyorlar. Yerdeki sinekler ölmüş [K2]

Bir yerdeki kuşların oraya birisinin gelmesiyle korkarak her tarafa uçuşması [E1]

Bence bu resimde, havada uçan sinekler var... [K1]

İki civciv biri büyük diğeri küçük karşılaşmışlar. Ortada bulunan pati izleri de bir süre oradan oraya dönmüşler, büyük olanı gitmiş, küçük olanı olduğu yerde durmuş [K3]

Bundan sonra, Ek Şekil 2.1 ekrana yansıtılmış ve öğrencilerden “ne gözlediklerini” yazmaları ve sınıfla paylaşmaları istenmiştir. Bu noktada öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazıları şu şekildedir:

Bir büyük kurbağa ve bir küçük kuş yine ortada buluşuyorlar [E4]

Büyük izlerde kurbağa yürümüştür, küçük izlerde ise uçak izleri vardır [E5]

Bence burada ördek biraz daha nazik olarak kuşun biraz daha yol almasını sağlamış [K4]

Birisi civciv ayağı diğeri ise kar kabağı ağacı [E6]

Şekilde ördek ve kuşlar var. Ördekler kuşları ezip gidiyorlar [K7]

Küçük ayak izleri kuşa ait. Büyük ayak izleri ise ördeğe ait. Bir noktada buluşacaklar [E3]

Şekilde küçük yerden yılan geçmiş ve büyüklerine büyüteçle baktığımızda yılanın izleri biraz daha büyümüş [E2]

Büyük izlerin bir ördeğe ait olduğunu, küçük izlerin de bir kuşa ait olduğunu düşünüyorum. Ördek bir tarafa kuş başka tarafa gitmiş [K2]

Biri ördek diğeri civciv. Birbirini görüp yaklaşıyorlar [E1]

Ben yine şekil 7’deki gibi düşünüyorum. İçleri iyice koyu olanlar sineğin kendileri, açık renkli olanlar ise havanın değiştiğini gösteriyor [K1]

İki yol var. Bu iki yolun biri büyük hedeflere diğeri ise küçük hedefe gidiyor [K3]

Katılımcıların Ek Şekil 2.3 ve 2.1 le ilgili vermiş oldukları cevaplarda daha fazla vurgulanan “kuş senaryosu” üzerinde odaklanılarak, kendilerine “kuşları görebiliyor musunuz? veya “bu izlerin kuşlar tarafından bırakıldığını nasıl ileri sürüyorsunuz?” soruları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

— Bunlar karda yürüyen ördeklerin ayak izlerine çok benziyor [K4]

Karda ördekleri yürürken daha önce hiç gördün mü? [Ö]

— Evet

— Kurbağa izi gördüm [E1]

Bunu nereden çıkardın? [Ö]

—Daha önce kurbağaların izini görmüştüm [E1]

—Hiç görmedim ama kuş ayak izine benzediğini düşünüyorum [K2]

—Kurbağa çamurda giderken o izleri bıraktığı için öyle söyledim [E5]

Tüm bu cevaplar alındıktan sonra, öğretmen tarafından “kuşları göremediğimizden, bu yaptığımız gözlem değil bir çıkarım olan kuş izleri açıklamasını doğurmaktadır” hususu tartışılmıştır. Bu tartışmadan hareketle, öğrencilere ”peki o zaman ekranda gördüğünüz gerçek şey nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Ek Şekil 2.1’i dikkatli bir şekilde incelemeleri için öğrencilere birkaç dakika süre verilmiştir. Bu noktada ileri sürülen cevaplar şu şekilde değişmeye başlamıştır:

—Bir şeyin veya hayvanın bıraktığı iz [K2]

Bunun bir hayvan tarafından bırakıldığını nereden çıkardın? [Ö]

— Herhangi bir şey tarafından bırakılan iz [K2]

— İz görüyorum [E4]

—Pati izi görüyorum [K3]

Bunu nasıl söylüyorsun? [Ö]

—Çünkü onu biliyorum [K3]

—Noktaların bir araya gelerek oluşturduğu şekil [E1]

—Kâğıt üzerinde kar var [E3]

Bunu nereden çıkarıyorsun? [Ö]

—Kar olmazsa iz olmaz çünkü [E3]

— Noktaların oluşturduğu şekiller kümesi [E3]

—Bir tür karalama [K2]

—Kalemle çizilen şekil [K3]

Bana şimdi gerçekten şekilde ne gözlediğinizi söyleyebilir misiniz?

—Büyük şekil üç çizgiden oluşmuş [E1]

—Bir şeyler var orada [E2]

—Orada bir şeyler olduğunu nereden çıkardın? [K2]

—Büyük ve kısa çizgilerin oluşturduğu şekil [E3]

İşte bunlar arkadaşlarınızın gördükleri gerçek şeyler.

Bu cevaplara atıfta bulunularak; “o zaman biraz önce bahsettiğiniz kuşları nereden çıkardınız?” sorusu öğrencilere sorulmuştur. Birkaç dakika sonra öğrencilerin şu şekilde açıklamalarda bulundukları belirlenmiştir:

- Bunları ayak izlerine benzettiğim için [K3]
- Hayvanların izlerine benzettiğimiz için onları gördük [K2]
- Çıkarım yaparak farklı hayvanların izlerine benzettik [E3]

Kuş senaryosu üzerinde devam edilerek öğrencilere “Neden iki hayvan aynı nokta boyunca ilerlemektedir?” sorusu sorulmuştur. Bu soruyla ilgili verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

- Büyüğü anne küçüğü yavru [E4]
- Ortada yem olabilir [E1]
- Anne yavru buluşması gibi bir şey olabilir [E3]

Bu açıklamaların tümünün çıkarım olduğu ve bu çıkarımların hepsinin eşit ölçüde mantıklı olduğunu belirtilmiştir. Etkinlikte olduğu gibi, aynı gözlem verilerine dayanılarak ve aynı soruyla ilgili - “Burada ne olmuştur?” — olarak sınıftaki öğrencilerin mantıklı olan birçok çıkarımda bulunabilecekleri belirtilmiştir.

“Neden iki hayvan aynı nokta boyunca ilerlemektedir?” sorusuyla ilgili olarak sınıftaki öğrencilerden bazıları gözlemlerle tutarlı olmayan çıkarımlar ileri sürmüştür:

- Bu havadaki uçaklara benziyor [E5]
- Bu izler, yılan izine benziyor [E2]

Bu açıklamalara atıfta bulunularak, “çıkarımların verilerle tutarlı olması gerektiği” açıkça belirtilmiştir. Bununla birlikte, “Bazı verilerden eşit ölçüde geçerli birçok çıkarımın yapılabileceği fakat bütün çıkarımların veriye dayanmayabileceğini” ifade edilmiştir. Bu etkinliğin en son kısmında “bilimsel bilgi deneysel verilerle tutarlı olmalı ve onlara dayanmalıdır” şeklinde bir açıklama yapılmıştır.

Ek Şekil 2.2. ekrana yansıtılmış ve öğrencilere “Ne gözlüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruyla ilgili yapılan açıklamalardan hangilerinin gözlem ve hangilerinin ise çıkarım olduğu tartışılarak karara varılmıştır. Bu soruya verilen cevaplardan bazılarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir:

Tablo 8. Öğrencilerin ek şekil 2.2 ile ilgili gözlem ve çıkarım ifadeleri

Öğrenci	Gözlem	Çıkarım
E4	Noktalar kümesi artıyor ve ortada noktalamalar karışık oluyor	Ördek ile yavrusu ortada buluşarak özlemlerini gideriyorlar ve etrafında dolaşıyorlar
E5	Bu şekilde karalamaların ve çizimlerin olduğunu gözlüyorum	Buradaki koyu ayak izlerinde birkaç ördek topluluğu kavga yapmaktadır
K4	Soldaki şekil seyrek ve az koyulaşmış, diğeri ise çok koyulaşmış, en alt kısım ise daha çok koyu siyaha doğru ilerleme yapmış	Kuş ile ördek artık kavga yapmayalım demişler ve orta kısımda horon tepmişler
E6	Sağdan gelen ayak izleri daha kaba ve diğeri ise renkli	Burada kaz ile civciv bir araya gelmiş ve sonrada birden kavgaya dönüşmüş
K7	Sağdan ve soldan gelen izler bir arada toplanmış. Bazıları koyu bazıları ise hafif koyu oluşturulmuş	Ördekler ve kuşlar bir araya gelmişler. Ördekler tuzak kurarak kuşları öldürmüş
E3	Bir büyük noktanın sonuna kısa koyulmuş üç çizginin birikmesiyle, kısa çizgi sonuna koyulmuş üç çizginin kümesi bir araya gelerek bir noktada buluşup küçük ve büyük küme oluşturmuş	Ördekle kuş bir arada savaş yapmışlar
E2	Biri büyük diğeri küçük şekil bir noktada karışmışlar	Ördekler ve kuşlar orta noktada birleşip savaş yapmışlar
K2	Bir ördek ve yavrusunun bir noktada buluşup, sevinçlerinden birbirlerinin etrafında dönmüşler	Uzayıp giden farklı iki koyuluğun karışımıyla oluşmuş bir koyuluk topluluğu
E1	Siyah bir topun ucuna üç çizginin bağlı olduğu şekil	Çizgi ve ucunda üç çizginin olan şekil bir araya gelerek orada her tarafa büyük noktalı ve üç kısa çizgi birleşmesi. Çizgi ile üç kısa çizginin birleşmesi ile oluşan şekiller
K1	Soldan gelen şekillerin bir noktanın önüne üç çizgi konulmuş. Soldan gelen şekilde de küçük bir çizginin önüne üç küçük çizgi konulmuş ve iki şeklin geldiği yönde bir yerde aynı şekiller birikmiş	Benim çıkarımım değişti. Ördek ve kuş ayak izleri var. Bir toplantı için bir noktada birleşiyorlar
K3	Ortada karalama, yanlarda ise eğri büğrü çizgiler biri koyu diğeri ise açık	Küçük civciv ile büyük civciv kavuşmaktadır

Bu tablodan öğrencilerden ikisi hariç (E6 ve K2) diğerlerinin gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavrayabildikleri belirlenmiştir.

Ek Şekil 2.3 ekrana yeniden yansıtılmış ve öğrencilere “Ne gözledikleri” sorularak gözlem yapmaları ve “Bunu nasıl yorumlarsınız?” sorusu sorularak ise çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Bu resimle ilgili her bir öğrencinin yapmış olduğu gözlem ve çıkarım örnekleri bir arada aşağıda sunulmuştur:

Noktalar kümesi sağda daha az koyu, solda daha çok koyu ortada ise karışık noktalamalara ve sonra daha çok koyu olan sol alt köşeye doğru gidiyor / Ördekle yavrusu ortada buluşarak özlemlerini gideriyorlar. Sonra da orada dolaşıyorlar ve annesi yavrusuna sen artık kendi çarene bakarsın diye ortada bırakarak gidiyor [E4]

Koyu noktaların üstüne üçerli çizgilerin konulduğunu gözlüyorum / Birkaç hayvanın izini gördüğüm için şekildeki izlere benzeterek yola çıktım [E5]

Sol tarafta siyahın açığı gibi bir renk oluşmuş. Sağ tarafta biraz daha koyu ortada simsiyah biraz ileride biraz daha açık oluşmuş / Aradan biraz zaman geçiyor. Kuşla ördek bir noktada birleşiyor. Az ileride bir yem varmış. Ördek kuşu ortada öldürerek yeme doğru ilerlemiş [K4]

Buradaki şekil bazısı çok kaba, bazısı ise çok ince. Bunlar bir araya gelerek karışık renk gibi olmuşlar. Ve diğer taraftan gelen ise onlar da oradaki renklere karışmışlar / Kaz ile tavuk bir araya gelerek ve sonra da birden kavga çıkıyor. Kavga bittikten sonra kaz kendi tavuk ise kendi yoluna gidiyor [E6]

... / Sağdan ve soldan gelen kuş ve karga birbirlerini görünce korkmuşlar. Karga uyanıklık yapmış ve kuşları yemiştir [K7]

Bir büyük çizgiler ve nokta kümesiyle küçük çizgiler kümesi bir araya gelerek küçük ve büyük küme oluşturduktan sonra kısa çizgi kümesi geldiği yere geri gitmiş. Büyük nokta ve çizgiler kümesi sol alt çapraz köşeye gitmiş / ördekle kuş gelip bir arada kavga ettikten sonra ördek sol alt köşeye gitmiş. Kuş ise geri gitmiş [E3]

Büyük şeyler gelmiş ortada bulunan küçük bir şeylerle birlikte bir şey yaptıktan sonra büyük şeylerde ve küçük şeylerde kaçmış / ördekler gelip ortada bulunan kuşlarla savaş yaptıktan sonra kuşlar da kaçmış ördekler de [E2]

Farklı iki koyuluğun bir noktada kaynaşmaları ve büyük ve daha renkli koyuluğun bu kaynaşmadan ayrılması / ördek ve kuş birbirlerine buluşma sözü vermişler. İkisi de ayrı yollardan buluşma noktasına gelmiş. Kuş, ördeğe kırıncı bir söz söylemiş. Ördek de küsüp yoluna devam etmiş [K2]

Sağdaki şekil ile soldaki şekil bir araya gelmişler ve sağdaki şekil sağa doğru ilerlemiş / ördek ile kuş bir yemi kapmak için kavga etmişler. Ördek ile kuş aradaki yemi kapmak için yarışıyorlar. Yarışı kuş kazanıyor. Ördek ise oradan ayrılıyor [E1]

Ortada koyuluklar birleşmiş. Arka taraftan bu koyuluklar ortadakine geliyor. Alt taraftaki koyuluklar da gidiyor. / şekildeki kuş ve ördek toplantısı var. Üst taraftan ördekler toplantıya gelirken alt taraftaki ördekler de toplantıdan gidiyorlar [K1]
Yanlardaki iki şekil ortada bir karalama. Karalamanın sonu koyu bir renkle kopma olmuş / iki ördek buluşmuşlar, diğer ördeğe çirkin olduğunu söylüyorlar. O da çekip gidiyor [K3]

Bu noktada arda kalan iki öğrencinin de bir çıkarım ile gözlem arasındaki kritik farkı kavradığı tespit edilmiştir.

Bir kez daha, “bütün bu çıkarımların eldeki verilerle eşit derecede ispatlandığı” öğrencilere vurgulanmıştır.

Her öğrenci çiftinin, Ek Şekil 2.3 ile ilgili dersin başında yaptıkları yazılı açıklamaları ve sınıftaki tartışmalardan sonraki düşüncelerini karşılaştırmaları istenmiştir.

— Gözlem yapamamıştık ve çıkarımla karıştırmıştık. Şimdi ikisini de yapıyoruz [E5]

— İlk başta gözlemle çıkarım arasındaki farkı bilemedik [K5]

— İlk başta gözlem yerine çıkarım yaptık [K2]

Bu tartışma kullanılarak, öğrencilere ”eldeki verilere bağlı olarak gerçekte ne olduğunun tam anlamıyla bilinmesinin mümkün olup olmadığı” sorulmuştur. Bu soruyla ilgili öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazıları şu şekildedir:

— Eldeki verilerle ne olduğuna kesin olarak karar verilemez [E3]

Bu noktada öğrencilere, “Her iki sıra işaretin de aynı zamanda yapıldığıyla ilgili elinizde herhangi bir bilgi veya veri var mı?” sorusu sorulmuştur.

—Hayır

Peki, o zaman böyle çıkarımlarda bulunmanız mümkün mü? [Ö]

—Hayır

Bir süre sonra öğrencilerin cevaplarına da atıfta bulunularak, şu açıklamalar yapılmıştır: “Hayvanlardan biri bu izleri farklı zamanlarda bırakmış olabilir ve her ikisi de asla aynı zamanda aynı yerde gerçekten bulunmamış olabilir”. “Bundan başka, tüm bu şeyler asla olmamıştır. Basitçe slâyt üzerinde bir dizi işaret olabilir! Bu işaretlerin basitçe bir kalemin kâğıda dokundurularak bırakılmadığına karar vermek için veri yoktur”.

Etkinlik, iki nokta; - a) gözlem ve çıkarım arasındaki fark ve b) aynı verilere dayalı olarak aynı soru hakkında eşit derecede birçok destekli çıkarımın yapılabileceği - açıkça vurgulanarak tamamlanmıştır.

Bilimle ilgilenen kişilerin, doğal olaylar hakkında sorulan sorulara cevap bulmaya çalışırken benzer çıkarımlarda bulundukları, ileri sürdükleri cevapların ellerindeki verilerle tutarlı olmasına rağmen, tek bir cevabın ilgili veriyi yalnız başına açıklayamadığı belirtilmiştir. Bu süreçte birçok cevabın mantıklı olduğunu hatırlatıldıktan sonra, bu etkinliğe benzer şekilde, bilim insanlarının da gerçekte ne olduğuyla ilgili cevapları kolayca asla bulamadıklarını ifade edilerek etkinlik tamamlanmıştır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansımalarından bazılarını aşağıda yer verilmiştir:

Gözlem ile çıkarım arasında çok fark var. Mesela, gözlem bir şeyin nasıl oluştuğunu bilmek, çıkarım ise bir şeyler düşünerek bazı örnekler vererek oluşur [E4]

Çıkarım yaparken bir tür şekilleri bir şeylere benzetmeye çalışıyorduk... Şimdi daha kolay gözlem yapıyoruz [E5]

[Etkinlikte] gözlem ve çıkarımı öğrendik. Çıkarımdan şunu anlıyorum: düşünerek bir şeyleri hayâl ederek bir şeyler ortaya çıkarma. Gözlem ise; gördüklerimizi yazma. Ve bir şey daha öğrendim ki; o da iş birliği [K4].

...bilim insanları % 100 doğru değildir [E6]

Gözlem ve çıkarımın ne olduğunu bilmiyorduk, sonradan öğrendik. Çıkarım denilince aklıma kendi fikirlerimizi yola koyarak düşünerek bir şeylerin sonucuna vardık... Gözlem ise çıkarımla aynı değildir. Gözlemde bir şey ispatlayarak yola çıkarız [K7]

Bilimin tam olarak sonuca varılamayacağını öğrendik. Gözlem ile çıkarım arasındaki fark ise; çıkarım, bazı bilinmeyen şeylerin hakkında benzetme yaptık. Oysa gözlem ise bu ismi bilinmeyen şeyleri nokta, çizgi, küme gibi ayırdık. Kısaca çıkarım benzetme, gözlem ise bilinmeyen anlamına gelir [E3]

Çıkarımda genellikle arkadaşlarımız ve ben hep hayvan isimleri söyledik. Çıkarımımızda yine de herkes ayrı ayrı şeyler düşündü. Herkes hep hayvanların bıraktığı izleri bildiğimiz için herkes hep hayvan olduğunu düşündü. Fakat gözlemde çıkarımda söylediklerimizi söylemedik. Genelde noktalar topluluğundan oluşmuş şekil ve karalama olarak düşündük [E2]

Bilimin farklı gözlemlere farklı çıkarımlara dayanan bir kavram olduğunu öğrendik. Bilim adamları bilmedikleri bir şey üzerinde gözlem ve çıkarımda bulunduklarında kesin sonuca ulaşamadıklarını öğrendik. Öğretmenimiz bizden de gözlem ve çıkarım yapmamızı istedi. Ben ve arkadaşlarım gözlem ve çıkarım arasındaki farkı bilmediğimiz için gözlem yerine çıkarım yazdık. Fakat ilerleyen dakikalarda ikisi arasındaki farkı anladık. Gözlemin, şekli, bir şeye benzetme olmadığını sadece şekilli veya herhangi bir şeyde gördüklerimizi söylemek olduğunu öğrendik. Çıkarımın ise elimizdeki verilerle bağlantılı ve mantıklı olması gerektiğini, çıkarım yaparken başka bilgilerden yararlanabileceğimizi fakat veriden uzaklaşmamamız gerektiğini öğrendik [K2]

Gözlem denilince oradaki gördüğümüz asıl şeyin tanımı, oradaki nesnenin neye benzediği hakkında bilgidir. Çıkarım ise bir şeyin üzerindeki bilgilerimizi o şey ile benzeterek ya da tahmin yürüterek bulunur [E1]

Bilimin bir şeyi % 100 bilmediğini, onların da araştırdıklarını, ilk başta bir şey bilmediklerini onların da gözlem ve çıkarımlar sonucu bir şeyler ortaya koyduklarını ama o şeyi % 100 bilmediklerini öğrendik. Çıkarım; bir şeyi tam olarak bilmeden ip uçlarına bakılarak ortaya atılan fikirlerdir. Gözlem ise; şekle veya ipuçlarına bakılarak ortadaki şekilleri anlatmaktır [K1]

Gözlem, çizgiler noktalara yansıtması, çıkarım ise gözle görülen bazı çizimleri karalamaları yansıttık. Fakat çıkarımda bir hayvan izlerine benzettik. Cıvcıv, ördek gibi hayvanlara benzetme yaptık [K3]

Bu etkinlik sonunda öğretmenin yansıtmalarından bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

[Öğrenciler] gözlem ve çıkarımı daha önceleri aynı anlamda kullanırlarken, bu etkinlikte her iki kavramın hem ne anlama geldiğini daha iyi anladılar, hem de aradaki farkı ayırt edebilecek seviyeye geldiler [Ö]

Bilimde aynı veriye bakan insanların farklı çıkarımlarda bulunabileceklerini fark ettiler. Tabi öğrencilerin yanı sıra bunu ben de fark etmiş oldum. Önceleri belki de,

bilimle uğraşan kişilerin aynı verilerden aynı sonuçları çıkarabileceklerini düşünürdüm. Fakat şimdi aksi yönde ikna oldum [Ö]

Bu etkinlik hem öğrenciler hem de benim açımdan çok zevkli geçti [Ö]

3.2.3. Yaşlı Öğretmen!

Bu etkinlik 40 dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. İlk olarak Ek Şekil 3.1 ekrana yansıtılmış ve bunun mesleğe yeni başlayan genç bir öğretmene ait karikatür olduğunu söylenmiştir. Hemen sonra, mesleğinin ileriki aşamalarında çizilmiş başka karikatürlerin de kendilerine gösterileceği belirtilmiş ve bu karikatürleri dikkatli bir şekilde incelemeleri ve öğretmen yaşlanırken yüzünde ne gibi değişikliklerin meydana geldiğini gözlemeleri istenmiştir.

Ek Şekil 3.2 ekrana yansıtıldığında öğrencilerin şu gözlemleri yaptığı tespit edilmiştir:

- Kulakları küçüldü [E5]
- Burnunun kenarında çizgiler vardı şimdi yok [E3]

Bir önceki adımlar Ek Şekil 3.3-3.6 ile tekrarlanmış ve öğrencilerin Ek Şekil 3.8'e kadar öğretmenin yüzünde gözledikleri değişiklikleri ifade ettikleri ve kadın vücudunu fark etmedikleri belirlenmiştir.

- Ağız genişlemiş [K7]
- Gözlerinin yeri değişmiş [E4]
- Yüzündeki bazı çizgiler kayıp olmuş [K4]
- Yanakları şişmiş [E1]
- Sağ gözü sol gözünden küçüktü fakat şimdi büyük [E1]

Ek Şekil 3.8 ekrana yansıtılmış ve öğrencilerden gördükleri şeyi açıklamaları istenmiştir. Bu noktada, öğrencilerin taleplerine paralel olarak Ek Şekil 3.3 ve 3.2'ye geri dönmüş ve öğrencilerin resimlerde kadın vücudunu fark etmeye başladıkları tespit edilmiştir.

- Bir kadına benzettim [K3]
- Bence bu bir kadın, adamın burnu ve kafası birleşmiş [K8]
- Ben bir kadın görüyorum [K10]
- Uzun saçlı bir kadın görüyorum [K2]

— Adamın birçok kısmı şimdi karnına ait oldu [K4]

— Burada dizlerinin üzerine çökmüş ağlayan bir kadın var [E3]

Bu noktada öğretmen resim üzerinde bazı kısımları işaret ederek, bu parçaların kadının hangi organları olduğunu öğrencilerin fark etmesini sağlamıştır.

Bundan sonra öğrencilere çizimlerin bir arada verildiği Ek Şekil 3.9 gösterilmiş ve şimdi nerede kadın vücudunu fark etmeye başladıkları sorulmuştur. Birçok öğrencinin Ek Şekil 3.5 ve hâttâ 3.4 şeklinde cevap verdikleri belirlenmiştir.

— Üçüncüde fark ettim [K8]

— İkincide [K3]

— Sekizincide [K4]

— En sonuncuda [E5]

— Dördüncüde [E1]

— Dikkatli bakarsak ilkinde de var ama dördüncüden itibaren daha belirgin var [K2]

Bu etkinlikleri takiben öğrencilere sırayla şu sorular sorulmuş ve cevapları alınmıştır: “ilk başta bir erkek yüzünü nasıl görebildiniz?”, “Başlangıçta çizimin bir erkek öğretmene ait karikatür olduğunun söylenmesi bunda etkili olmuş olabilir mi?”, “Bu çizimin bir kadın vücuduna ait olduğunu size söylememiş olsaydım, onun farkına varabilir miydiniz?” bu sorularla ilgili verilen cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir:

— İlk başta siz öyle söylediğiniz için [E3]

— Burada ne olduğunu bize söylememiş olsaydınız bir kadın olduğunu erkenden anlardık [E1]

— Bir erkek olarak baktık ilk başta, siz dememiş olsaydınız orada bir kadın olduğunu anlardık [K2]

— Hep bir erkek resmi aradık ve inceledik ilk başta [E3]

— Bakış açımız hep erkeğe doğru oldu, bir arkadaşımız fark edince kadını, bu defa kadın da aramaya başladık resimde [K4]

Bu noktada öğrencilerden gelen cevaplar birleştirilerek; “bir kişinin herhangi bir olaya yaklaşırken sahip olduğu bilgi ve beklentinin çeşidi, o olayı yorumlama şeklini etkileyebilir. “belli bir bakış açısı, aynı veride bile ne gördüğümüzü ve ne görmediğimizi etkileyebilir” açıklamaları yapılmıştır.

“Benzer şekilde, bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilginin, deneyimin ve beklentilerin çeşidi, elindeki veride neyi fark ettiğini etkiler”. “Ve hatta

kendilerine çelişkili veri sunulmazsa, bilim insanları çoğu zaman görüş açılarını terk etmezler” [Ö]

“Bilim insanları, eski görüşlerinden vazgeçip yenilerini kabul etmeden önce ve nispeten daha uzun zaman içinde genellikle kendi bildiklerinin aksini ortaya koyan veriye ihtiyaçları vardır” şeklindeki bir açıklamayla etkinlik tamamlanmıştır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansımalarından bazılarını aşağıda yer verilmiştir:

Eğer birisi bize bir şeyi inceleyin ve neler gördüğümüzü sorduğu zaman, biz aynı veri üzerinde farklı şeyler görebileceğimizi öğrendik. Fakat birisi bize cisim hakkında biraz bilgi verirse biz o bilgi üzerinde yoğunlaşırız. Gözlemlerimizi o bilgiye dayalı olarak sunarız. Dolayısıyla incelediğimiz şeyin üzerindeki farklı detayları göremeyiz. Bu detayları; cismin üzerindeki detaylar arttığı zaman görebiliriz ve ilk baştaki düşüncelerimizden vazgeçemeyeceğimizi öğrendik. Bunların bilim insanlarının da başına gelebileceğini anladık [K2]

İlk başta konuyu araştıran kişinin elinde veriler vardır. Bu verilerden yararlanarak araştırmasını sürdürür. Bunu yaparken, yeni şeyle ortaya çıkar ve ilk düşüncesinden kopar. Yani en sonunda fark etmediğini ilk başta da fark edebilirdi. Fakat araştırmanın başındaki veriye bağlı kalındığı için bunu ilk başta fark edemedi. Bu da bize önyargıların araştırmayı etkilediğini gösterir [K1]

Bu konu hakkında en ince ayrıntısına kadar dikkatli bakmaya çalıştık. Şunu anladık ki, bilimle uğraşan insanlar da bizler gibi etkinlikler sonunda bir şey elde eder. Biz de farklı fikirlere ulaştık ve bunlar bizim delillerimiz oldu [K3]

Bilimle uğraşan insanlar yapacakları şeylerden emin olamayabilirler. Bir şeyi kanıtlamak için araştırıp arkadaşlarıyla tartışarak yaparlar [K7]
Bir bilim insanı bir etkinlik yaparken elinde bulunan bilgiye göre o etkinliği yapar. Elindeki bilgi yönünde yoğunlaşması ve sahip olduğu bilginin tersindeki bir bilginin onu yanlış yöne doğru yoğunlaştırdığını anlar [E1]

Bu etkinlikte bilgi ve beklentilerimizin her zaman doğru çıkmadığını öğrendik. Öğretmenimiz bize bu şeklin yeni işe başlamış bir öğretmen olduğunu söyledi. Biz de bütün resimlerin ona ait olabileceğini ve gittikçe yaşlandığını anladık. Fakat en son şekilde bir arkadaşımız bunun ağlayan bir öğretmen olduğunu söyledi, öğretmenimiz başka bir şekle baktırdı. Bu şekilde başka bir öğretmene ve sonrada ağlamakta olan bir kadına benziyordu. Bunun için beklentilerimizi ve etkinlikte olduğu gibi gittikçe bu öğretmenin aksi çıktı beklentiler ve bilgiler değişti [E2]

Bu etkinlikte öğretmenimiz erkek öğretmen resmi gösterdi ve bu erkek öğretmen resimde yaşlandığında neler değiştiğini söyledik. Son resimde bu resmin kadına dönüştüğünü gördük. Sonunda düşüncemiz değişti. Her bilim adamının bulduğu sonuç değişebilir [K6]

Bizim karşımıza genç bir öğretmen çıktı sonra gittikçe şekli değişti. En sonunda onun bayan olduğunu fark ettik [K8]

İlk olarak genç bir öğretmeni inceledik sonra yaşlandığını inceledik ve gittikçe değiştiğini anladık. Sekizinci resme gelince bu erkek öğretmen kız şeklini aldı ve buna çok şaşırdık... Bilim insanları da bizim gibi inceleme yapar ve sonuca ulaşamaz. En sonunda her şeyi anlar. Bilim insanları da bir olayı incelerken sahip oldukları bilgi sonradan değişebilir [E4]

Bilimle uğraşan insanlar bir bilgi elde ederken bekledikleri sonuca bazen ulaşamaz. Her zaman çelişki üzerinde dururlar. Vardıkları sonucu daha da ilerletirler. Bir şeyi yaparken yapılan şey ilerledikçe sonuç da değişebilir [K9]

Bence her zaman insanların beklediği gibi sonuç çıkmayabilir. Örneğin sınıfta yaptığımız gibi öğretmenimizin dediği önerilere dikkat ettik ve sürekli bir adam yüzü gördük. Eğer öğretmen bize bu resimde ne görüyorsunuz deseydi, belki de bulabilirdik [K4]

Bilim insanları veya biz bazı şeyleri gözetlerken (açıklarken) elimizdeki verilerden yola çıkarak hareket ederiz. Fakat sonuca doğru yaklaştığımızda bazı şeylerin değiştiğini görürüz. Bu değişimler sonucunda kararlarımız da değişir fakat sonucu tam olarak bulamayız [E3]

Bir bilim insanı bilim ve teknoloji ile uğraşır ve bilim yaparak deneyini ortaya koyar... Bilim insanların hayâl güçlerini geliştirir [E6]

Bilim insanları da bilim yaptığımız gibi şekilleri inceleyip o şekil hakkında yorum yapar...[K11]

Bu etkinlikte bilim insanlarının bir şeyi baştan düşünerek ben bunu böyle yapmalıyım demeleri gerekir. Her şeyi araştırarak bulmalıyız. Bilim adamlarının düşünerek yaptığı gibi, bu etkinlik hem çok güzel hem de heyecan vericiydi...[K10]
Etkinlikte bilim insanlarının ön yargılarının yaptıkları işleri etkilediğini gördük...[K5]

Bir bilim insanının nasıl gözlem, çıkarım yaptığını, nasıl çalıştığını, bilgi topladığını, hangi konular üstünde durduğunu, nasıl yol izlediklerini, amaçlarına varıp varamadıkları hakkında birçok şey öğrendik... [E5]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Ben etkinliğin başında bir erkek öğretmenden bahsettiğim için, öğrenciler kadın vücudunu fark edemedi. Ne bekleyeceklerini ben söylemişim. Yani, koşullanmışlardı. Bu etkinlik bilim insanlarının araştırma yaparken içinde bulundukları beklentinin, sonucu çok fazla etkilediğini hem öğrencilere hem de bana öğretti. Oysa önceleri bilim insanlarının son derece objektif olduğunu ve araştırma sonucuna etki etmediklerini düşünürdüm [Ö]

3.2.4. Genç mi? Yaşlı mı?

Bu etkinlik 40 dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinlikte ilk olarak, Ek Şekil 4.1 ekrana yansıtılmış ve öğrencilerden ne gördüklerini açıklamaları istenmiştir.

İlk bakışta öğrencilerin birçoğunun yaşlı bir kadın yüzü ve bir kaçının ise genç bir kadın gördüklerini açıkladıkları belirlenmiştir. Bu soruya verilen cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Yaşlı bir kadın görüyorum [K4]
- Ben güzel bir bayan görüyorum [K3]
- Yaşlı bir kadın var [E1]
- Genç bir kadın görüyorum [E3]
- Yaşlı bir bayan var [E2]
- Burada genç bir kız var [K2]

Ekrandaki çizimde genç kadını göremeyen öğrencilere, çizimde olduğunu ve yeterince dikkatli bakarlarsa görecekları konusunda ısrar edilmiştir.

Bu çizimde genç kadını yine de fark edemeyen öğrencilerin görüntüyü tanımalarına yardım etmek için - örneğin, yaşlı kadının burnunun genç kadının yanak ve çenesini nasıl oluşturduğuna - işaret edilmiştir. Birçok öğrencinin hâlâ, görüntülerden birini veya diğerini seçmekte başarısız oldukları belirlenmiştir.

Hemen sonra, öğrencilere “bazılarımızın sadece bir yüz görmesi ve diğerini görememesinin nasıl olabildiği” sorulmuştur:

- Ben daha çok kıza benzettiğim için diğerini göremedim [K2]
- Niçin sadece birini gördün? [Ö]
- Herkesin düşüncesi farklı [K2]
- Herkesin bakış açısı farklı [E2]
- Ben ikisini de gördüm, biri kız diğeri yaşlı kadın [K9]

Verilen cevaplara atıfta bulunularak, şu açıklama yapılmıştır: “Bazı bilim insanları aynı veri parçalarına veya veri gruplarına bakarlar fakat farklı şeyler görmeleri mümkündür”. Bu durum; aşağıdaki örnek verilerek açıklanmıştır:

Mesela bundan uzun yıllar önce dinazorların yaşadıkları belirlenmiştir. Yok olma nedenleri araştırılmış ellerindeki veriler aynı olmasına rağmen iki farklı fikir ortaya çıkmıştır. Bir grup volkanik patlama derken diğerleri göktaşının dünyaya düştüğünü ileri sürer.

Bu noktada, öğrencilerle birlikte, bir bilim insanının mevcut bilgisinin ve deneyimlerinin, belli bir veriyi belli bir bakış açısından yorumlamasının ne demek olduğu tartışılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin deneyimlerine de atıfta bulunulmuştur.

- Varacakları sonuç değişebilir [K9]
- İki kişinin bakış açısı farklı olabildiği için farklı sonuçlara varabilirler [E1]

Öğrencilerin çizimde genç kadının yüzünü görememelerine atıfta bulunularak “bilim insanlarının da bazen sorularıyla ilgili bazı veri parçalarını görmekte (veya algılamakta) başarısız oldukları ve bazen, öğrencilerin aynı veri parçalarından -örneğin çizim- tamamen farklı şeyler çıkarımda bulundukları gibi aynı veri grubundan farklı şeyler çıkarsama yapma eğiliminde olabildikleri” hususu açıklanmıştır.

“Bilim insanları da bir veri parçasında her zaman her şeyi göremeyebilirler “ açıklaması yapılmıştır.

En sonunda, öğrencilerin her iki görüntüyü de görmelerine yardım etmek için, Ek Şekil 4.2’deki yaşlı kadın ve Ek Şekil 4.3’deki genç kadın kendilerine açıkça gösterilmiştir. Bu noktada, öğrencilerin Ek Şekil 4.1’e bakabildikleri ve küçük bir çabayla her iki yüzü de görebildikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin bir yüzden diğerine geçebilmelerine rağmen, aynı anda her iki yüzü de göremedikleri tespit edilmiştir.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansımalarından bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bu etkinliği yaptığımız zaman, bilim insanlarının bir şekil üzerinde başka şekil olduğu halde ikinci şekli göremeyebileceklerini öğrendik. Bilim insanlarının bakış açıları farklı olduğu için herkesin birbirleriyle aynı görüşte olmadığını öğrendik. Bilim adamlarının ellerinde aynı veri, aynı bilgi olduğu halde farklı görüşler ortaya çıkarabilirler. Her grup farklı şey ileri sürer. Biz de incelemeler sonucunda farklı şeyler iddia edenler oldu. Bir kişinin gördüğünü bir başkasını görememesi doğal bir şeydir [K2]

Bu etkinlikte her insanın bakış açısının aynı olmadığını öğrendik. Bir insan bir şekle bakar bir şey çıkarır, başka biri bakınca başka bir şey çıkarır. Bu bakış açılarının farklı olmasından dolayı böyle oldu. Bizim yaptığımız etkinlikte kimimiz şekildeki insanın güzel yüz hatlarından dolayı genç bir kıza, kimimiz ise yüzündeki bazı kırışıklıklar ve boynunun kambur olmasından dolayı yaşlı birine benzettik. Bazılarımız ikisini de fark etti [K1]

Her bilim insanı da bizler gibi düşünüp, hata yapabilir. Bence resimdeki kız genç ve yaşlı kadın olmasını kirpikleri ile burnu ile gözledim. Yaşlı ise giyim tarzını

İtalyalılar giyim tarzına benzettiğim için hem yaşlı hem de genç diye yorumluyorum [K3]

Bilim insanları, bakış açısını değiştirebilir. Bazı arkadaşlarımız yaşlı bazıları ise genç görebildiler. Bazıları giyimle, yüz tipiyle yola çıkarak bir şeyler söylediler [K7]

Her bilim insanı aynı bakış açısına sahip olmadığından farklı veriler elde edebilir. Bilim insanlarının bakış açıları farklıdır. Farklı düşüncelere sahiptirler ve aynı veri üzerinde çalışarak farklı bilgi ve amaçlara ulaşabilirler. Bilim insanlarının bakış açıları farklı olduğundan aynı veriye bakarak farklı sonuçlar ve bilgilere sahip olabilirler. Bir bilim insanının bakış açısı farklı olduğundan birinin gördüğünü diğeri göremez [E1]

Bu etkinlik boyunca herkesin bakış açısının farklı olduğunu, aynen bizim sınıfta olduğu gibi; bazılarımız çocuk, bazılarımız ise yaşlı kadın bazılarımız genç bayan, bazılarımız ise genç ve yaşlı bayanı bir arada gördük. Mesela ben bir yaşlı kadın gördüm. Başkası başka bir şey gördü. Herkesin bakış açısı farklı [E2]

Bu etkinlikte öğretmenimiz bir resim gösterdi ve biz bu resimle ilgili tartıştık. Bazı arkadaşlarımız genç kız bazılarımız yaşlı kadın ve bazılarımız da her ikisini görüyoruz dedi. Yani bilim insanlarının sonuçları birbirlerine göre aynı çıkmaz [K6]

Biz sınıfta resmi inceledik ve yarımız genç kıza ve diğerleri ise yaşlı kadına benzetti. Birkaç kişi ise ikisini de aynı anda gördü. Yaşlıya benzetenler genç kıızı göremedi, genç kıza benzetenler ise yaşlı kadını görmedi. Bilim insanları da aynen bizim gibi karıştırıyorlar... [K8]

Bence resimde hem gen hem de yaşlı öğretmen var. Bir taraftan genç kız gibi görünüyor ama öbür taraftan yaşlı bir kız gibi oluyor... Bilim insanları da aynen bizim gibi gözlemler yapıyor, dinozorların yaşadığını iddia ediyor. Fakat nasıl öldüklerini tam olarak bilmiyor. Bilim adamlarının fikirlere bizim gibi ulaştığını anlıyorum [E4]

Bilim adamlarının ellerindeki deliller aynı olabilir ama her insanın bakış açısı farklıdır. Her insanın fikir ve düşünceleri aynı olamaz. Bunun için farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Yapılan araştırmalar sonucu gözlemler değişebilir. Büyük çelişkiler meydana gelir ve bu da sonuçları değiştirebilir. Her insan aynı araştırmayı yapsa bile sonuç, bakış açıları farklı olacağından, değişebilir [K9]

Bir bilim adamının yaptığı açıklamaları, deneyleri her hangi bir kişinin söylediği bazı düşünceler bilim adamını etkileyebilir. Belki de etkilemesi onun için iyi olabilir, çünkü farklı düşüncelere sahip oluyor. Belki de düşünceleri gerçeğe doğru ilerliyor... Her bilim insanının söylediği şey gerçek olacak diye bir şey yoktur [K4]

Bu resimde hem yaşlı hem de genç bir kadın var. Bir bilim insanı elindeki veriye dayanarak açıklama yapar. Ortaya görüşler atar. Fakat herkesin bakış açısı farklı olduğundan her insan aynı şekli göremez. Bu nedenle de, bir araştırmanın sonucuna tam olarak varılamaz [E3]

Biz arkadaşlarımızla birlikte resmi inceledik. Bu resimde ne olduğunu bilmeye çalıştık. Bazıları yaşı bazıları ise genç dedi. Bence de burada yaşlı biri var [E6]

Bilim insanları da verilerini inceleyerek, farklı düşünceler ortaya atar. Bazıları aynı veriyi inceledikleri halde aynı şeyi göremez. Hepsinin de bakış açıları farklı olduğundan değişik düşünceler ortaya çıkar. Fakat aralarında anlaşip veri hakkındaki yorumlarını kitaplara yazıyorlar [K11]

Bu etkinlikte hem yaşlı hem de genç bir bayan gördüm... Bilim adamları bir şeyi yaptığında düşünceleri ve bakış açıları farklı olabilir [K10]

Bilim insanlarının düşündüklerinden yarıdan çoğunun farklı olabildiğini, yorumlarına ve gözlemlere dayalı olarak bir şeyleri bildiklerine anladık. Bütün bilim insanlarının görüş açıları farklı olabilir [K5]

...Elimizdeki verilerle gerçekleri ortaya koymaya ve deneyler yaparak önemli veriler elde ettik ve bilimin doğasını öğrenmeye çalıştık [E5]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Bu etkinlikte baştan öğrencileri şartlandırmadım ve onlar farklı şeyler (hatta içlerinde hiç birini göremeyen ve ikisini gören de çıktı) gördüler. Demek ki; “insanlar aynı veriye bakarken farklı sonuçlar elde edebiliyor”. Bu etkinlik bu durumu öğrenciler için çok güzel anlatan bir etkinlik oldu. Ayrıca, bakış açısının bilimi ve araştırmaları da bu şekilde etkilediğini öğrendiler. Hem bilimle uğraşıyorlar hem de aynı veriye bakıyorlar, sanki insana, aynı sonuca varmaları gerekiyormuş gibi geliyor. Fakat [bu] öyle olmadığını çok iyi anlatan bir etkinlik [Ö]

3.2.5. Su Üretici

Bu etkinlik 40 dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır. Bu etkinlik kapsamında öğrencilere tasarlanan sistemin dışı gösterilmiş ve bu cihazın içine koyulan sudan daha fazla su ürettiği öğrencilere söylenmiştir. Bu durumu merak eden öğrencilerden birinin kürsüye çıkarak, 100 ml suyu dereceli kap yardımıyla ölçmesi ve sonra bunu kutunun üst kısmındaki huniden içeri boşaltırken çıkış borusundan çıkan suyu da ayrı ve daha geniş bir dereceli kap yardımıyla toplaması istenmiştir. Bu esnada öğretmen öğrencilere bu sistemin test etme aşamasında olduğunu ve bir takım eksikliklerinin bulunduğunu ifade etmiş ve bu eksikliklerin de giderilmesi durumunda, çok ticari bir araç elde edebileceğini belirtmiştir. Bu yolla öğrencilerin kutu hakkında meraklanması hedeflenmiştir. Bu aracın tek eksik tarafının ise bir deneme yapılmasından sonra ikinci bir deneme için en az 24 saatlik bir sürenin geçmesi gerektiği ifade edilmiştir. Bütün öğrencilerin çıkış kabında toplanan suyun

içine koyulan sudan çok daha fazla olduğunu (100 ml suya karşılık 250 ml su) gözlemleri sağlandıktan sonra, grup çalışması yaparak bu kutunun iç yapısı hakkında modeller kurmaları ve kurdukları modelleri de çalışma kağıtlarına çizmeleri ve sonra sınıfın huzurunda savunmaları istenmiştir.

Bu esnada öğrencilerden ilk olarak, bu incelenen olayla ilgili olarak problemin ne olduğunu kavramaları amaçlanmıştır:

— Bu araç suyu nasıl çoğalmaktadır? [K6]

— Su 100 m iken 250 ml'ye nasıl çıktı? [K2]

Bu makinenin nasıl çalıştığı sizin araştırma probleminizdir açıklaması yapılmıştır. Bu amaçla öğrencilerin şekil çizerek kutunun iç yapısının bir modelini kurmaları istenmiştir.

Bu süreçte işbirliği içinde çalışan araştırma grupları fikirlerini etkin bir şekilde paylaşarak kutunun iç yapısıyla ilgili değişik modeller üretmişlerdir. Bundan sonra, her bir öğrenci grubundan bir kişinin, çizdikleri modelin yapısını ve nasıl işleyebileceğini arkadaşlarına tanıtmaları istenmiştir. Bu esnada diğer grupların hazırladıkları modelleri düzeltebilecekleri belirtilmiştir:

Bu makinenin içine önceden büyük bir kap yerleştirilmiş, içinde de su var, içine su dökünce makine içindeki suyun tamamı dışarı çıkıyor [K11]

İçinde bir depo olabilir, bunun içine taşmayacak kadar su koyulmuş ve huniden 100 ml suyu döktüğümüzde bu borudan daha fazla dışarı çıkıyor [E3]

İçinde bir kutu ve üzerinde de açılabilen bir kapak var, su koyunca o kapak açılıyor ve 100 ml'den daha çok su dışarı çıkıyor [K6]

İçinde küçük bir depo var içinde yarıya kadar su var ve boru da yarıya gelmemiş, su koyunca daha çok su dışarı çıkıyor [K2]

Bu tanıtımlar tamamlandıktan sonra aynı olayla ilgili olarak öğrencilerin çizdikleri modellerin çok farklı olduğu ve her bir grubun kendi modellerinin en doğru olduğuna inandığı hususlarına vurgu yapılmış ve öğrencilerden kurdukları modeli tasarlayarak bir sonraki derste sınıfa getirmeleri ve gerçekten çalışıp çalışmadığını test etmeleri istenmiştir.

Bir sonraki ders her bir grubun bir model tasarımı yapmış ve bunların tanıtımını yapmıştır. Bu modellerden ikisi çalışırken diğerleri çalışmamıştır. Bu süreçte öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak aşağıdaki açıklamalar yapılmıştır:

Bilim insanlarının da öğrencilerin yaptığı gibi; inceledikleri veya gözledikleri bir olayla ilgili farklı modeller kurabildikleri, bu modellerden bazılarının çalışabildiği fakat buna rağmen, bilim insanlarının ortaya koyduğu modellerin yine de gerçeğin % 100

kopyaları olmadığı hususu, bir atomun yapısı hakkında ileri sürülen modellerin tartışılması yoluyla öğrencilere kapsamlı olarak açıklanmıştır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilim insanları da bir şey hakkında bizim gibi önce gözlem yapar, sonra gözlemleri yardımıyla çıkarımlarda bulunur, daha sonra da çıkarımlardan hareket ederek modeller elde etmektedir... Bilim insanları atomu çıplak gözle göremedikleri için çıkarımlar sonucunda bir atom modeli yapmışlar fakat bunun % 100 doğru olduğunu söyleyemeyiz [K2]

Bir modelin içini göremediğimiz halde kendi fikrimizle, düşüncelerimizle modelin içyapısını kurduk ve bu model benzer modeller geliştirdik. Bu etkinlikte ayrıca çıkarımların gözlemler kadar iyi olmadığını anladım [E3]

Modele bakarak içindeki sistemi tahmin ettik. Bilim insanları da bizler gibi bir cisme bakar ve onunla ilgili çıkarımlarda bulunur. Mesela atomun yapısını tahmin ederek bir çıkarım yaparlar. Fakat onun içyapısını kimse tam olarak bilemez. Biz de incelediğimiz modelin içini tam olarak bilmiyoruz, bu nedenle bizimkinin % 100 doğru olduğunu bilemeyiz [E1]

Modelin içyapısı hakkında çıkarımlarda bulunarak kendi modelimizi hazırladık. Bizim modelimiz de öğretmenimizinki gibi davrandı ve buradan doğru model kurduğumuzu öğrendik [E2]

Bu etkinlikte bilim adamlarının yaptıklarının gerçeğiyle tıpa tıp aynı olmadığını öğrendik. Bizim modelimizde öğretmenimizinki ile aynı davrandı ama onun içini göremediğimiz için yine de kesin olarak aynı olduğunu söyleyemeyiz. Bilim insanları da atomun yapısını tam olarak bilemez ama çıkarımda bulunur [K1]

Her grup başka başka veriler elde etti ve farklı modeller kurdu [K7]

Kutunun içini bilmesem de onunla ilgili yorum yapabildim. Bilim insanları da bir şekli inceleyip, yaratıcılarını kullanarak onunla ilgili emin olamaz [K11]

İki bilim adamının yaptığı gözlemler ve etkinlik aynı olabilir ama sonuçları farklıdır. Herkes aynı işi yapsa da gözlemlerimizin ve sonuçlarımızın çok farklı olduğunu öğrendik. Örneğin herkesin kurduğu model birbirinden farklıydı [K9]

Bu etkinlik boyunca çıkarımlarım oldu. Bunlardan bazıları; bilimde insanın her zaman bir şeyleri bilmesi gerekmez....Herkes bir model üretti [K4]

Kendi modelimizin içinde ne olduğunu biliyoruz ama diğer modellerin sadece dışını görebildik içleriyle ilgili yorum yapamadık [K3]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Modeli kurulacak olan konu ya da herhangi bir şey hakkında bilgi toplanarak benzer modeller kurulabilir. Fakat kurulan modeller olayın görülen kısmı gibi olsa da içyapısının da aynı olduğu anlamını taşımaz. Bu konular hakkında yaptığımız etkinlik sayesinde deneyime sahip oldular [Ö]

Ayrıca, bilimin ortaya koyduğu çeşitli modellerin ancak, ellerindeki veriler miktarında gerçeğe birebir örtüştüğünü de sanırım birkaç kişi çıkarmıştır. Etkinlik sayesinde her grubun eşit ölçüde olmasa da gerçekten emek verip ortaya modeller koymaları güzeldi. Bu etkinlikte modeli geliştirmek amacıyla düşünce geliştirmiş olmaları, yaratıcılıklarını (farkında olmadan belki de) kullanmış olmaları onlara katkı sağlamış olabilir. Ancak, bilimin eksik yanlarından bir tanesini daha fark ettiler: “modeller gerçeklerle % 100 aynı olmayabilir”. Bu olumsuzluklar bilime ve fen konularına karşı da negatif tutum geliştirebilir. Ya da güvensizlik, öğrenmede isteksizlik ve gerek duymama durumları ortaya çıkarabilir [Ö]

Bunların tam aksine bilimin özünü daha iyi anladıklarından bundan böyle fenne daha eleştirel bakmak amacıyla eskisinden çok daha dikkat kesilebilirler [Ö]

3.2.6. Kâğıt Rulolar

Bu etkinlik 40 dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinlikte, kâğıt rulolar kullanılarak yapılan modelin çalışma prensibi tasarlanan model üzerinde yapılan eylemlerle tanıtılmıştır. Bundan sonra öğrencilerden grup çalışması yaparak, rulonun içinin nasıl olduğu konusunda çıkarımda bulunarak hipotez kurmaları ve model tasarımları istenmiştir. Tasarladıkları modellerin taslağını çalışma kâğıtlarına çizmeleri istenmiştir.

Bundan sonra her bir gruba üzerinde delikleri açılmış olan kâğıt rulolar ile birlikte iki parça ip verilmiş ve bunları kullanarak sunulan modele uygun olarak kendi modellerini hazırlamaları istenmiştir. Her bir çalışma grubu kendi modelini hazırlamış ve başlangıçtaki etkinlikle aynı eylemde bulunarak kendi modellerinin öğretmenin modeliyle aynı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu noktada, öğretmen kendi modelinin içini açarak öğrencilerinki ile tıpa tıpa aynı olmadığını – iplerin birbirine metal bir halka ile bağlandığını - öğrencilere göstermiştir.

Bu süreçteki tartışma, öğrencilerin kurdukları modellerin veya çıkarımların gerçekten ne kadar uzak olduğunu görmeleri için ve ayrıca “bilimde çıkarımın rolünü ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını hissetmeleri” için kullanılmıştır.

Bu etkinlikte ayrıca öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak, yani aynı olayla ilgili değişik bir sürü modelin kurulabileceği ve kurulan modellerin tasarlanan modelle aynı şekilde çalışabilmesine rağmen yine de % 100 aynısı olmadığını görmeleri ve

özellikle de bilim inanlarının da inceledikleri olayla ilgili başlangıçta yanlış modeller kurabilecekleri hususlarının kavranması amaçlanmıştır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarını aşağıda yer verilmiştir:

Bilim insanları da bir şeyi görmeden aynı modelden yapmaya çalışırsa aynısı olmayabilir. Eğer bir şey yaparsak ilk başta başarılı olamayabileceğimizi fakat sonra başarılı olabileceğimizi öğrendik [K2]

Bir cismin içini göremediğimizde bile onunla ilgili yorum yapılır. Belki dış yapısı aynı olabilir fakat içyapısı aynı olmayabilir [K3].
Bilim insanları da çıkarımlardan yola çıkarak böyle şeyler yapar ama tam doğru olmayabilir [E4]

Bilim insanları da model ve çıkarım yapabilir fakat onlarınkinin de içyapısı aynı olmayabilir ama sonuçları aynı olabilir [K1]

Bilim adamları da yaptıkları şeylerden emin olmayabilirler, belki de başarısız olmuşlardır [K7]

Bilim insanları; aynı bilgi ve düşünceye sahip olmayabilir. Fakat sonuçta var olmayan bir konuda bilgi ürettikleri de kesindir. İnsanlar bilim insanlarının söyledikleri şeyin aksini iddia edebilir [K4]

Yaptığımız etkinlikte sonuçta aynı fakat etkinliğin yapısının farklı olduğunu gördük... Bilim insanlarının yaptıkları sonuçlar aynı olsa da yapıları farklıydı. Bu olay herkesin bakış açılarından kaynaklanıyor. Bu nedenle bilim insanları da yaptıkları etkinlikte sonucun aynı ama görüşlerin farklı olduğunu ortaya koymuştur [K9]

Bilim insanlarının da yaptıkları şeylerin dışı aynı fakat içleri farklı olabilir. Bizim gibi onlar da bazen başarılı bazen de başarısız olabilir [K11]

Herkes aynı şeyi yaptı fakat herkesin kurduğu modelin içinin farklı olduğunu gördük. Bu bize bilim insanlarının da yaptıkları deneyler, etkinlikler, gözlemler aynı olsa da tasarımlarının farklı olabildiğini gösterdi [K5]

Bilim insanları da bizim gibi çıkarımlar yapıp modelin içyapısını tahmin edip uygulayabilir. Fakat önce başarısız ve sonra da başarılı olabilirler [E1]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

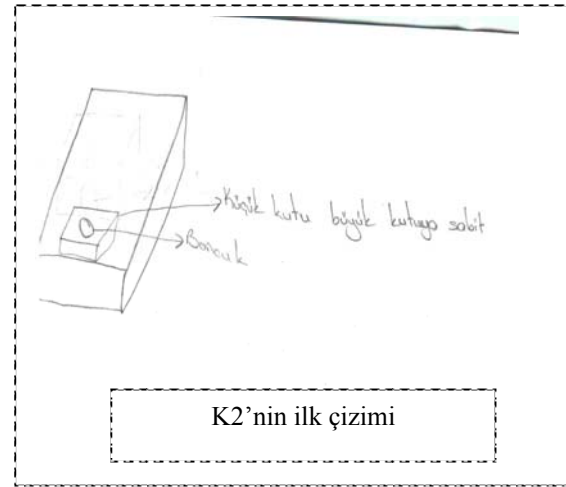
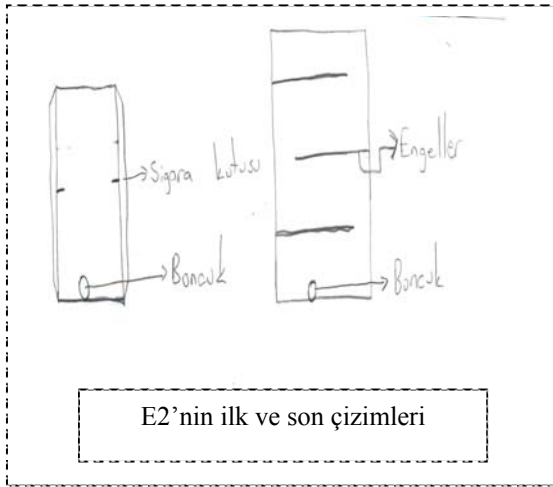
Bilim insanlarının kurdukları modellere daha önce hiç şüpheli bakmamıştım. Eminim öğrenciler için de bu geçerli. Fakat bu etkinlik gösterdi ki; yaptığımız denemelerden çıkarımlara gidildiğinde hem aynı şekilde çalışan bir model geliştirilebiliyor. Hem de tıpa tıp aynı değil. Bilim insanlarına ve bilime karşı artık

oldukça güvensizim. Sanırım öğrenciler de öyle. Aslında bilimin özünü kavırıyoruz fakat hiç de sandığımız gibi değilmiş [Ö]

3.2.7. Hipotez Kutuları!

Bu etkinlikte dört gruptan oluşan öğrencilere; hazırlanan kapalı kutular verilmiştir. İlk olarak öğrencilerden her birinin bu kutuları incelemeleri ve iç yapısının nasıl olabileceğini düşünerek çizimleri istenmiştir. İlk çizimler yapıldıktan sonra grup çalışması yaparak ve birbirlerinin çizimlerini de inceleyerek kutuların iç yapısıyla ilgili yeni modeller çizmeleri istenmiştir. Bu etkinliğin en sonunda ise, her gruptan bir kişinin çizdikleri yeni modelleri sınıfa tanıtmaları istenmiştir.

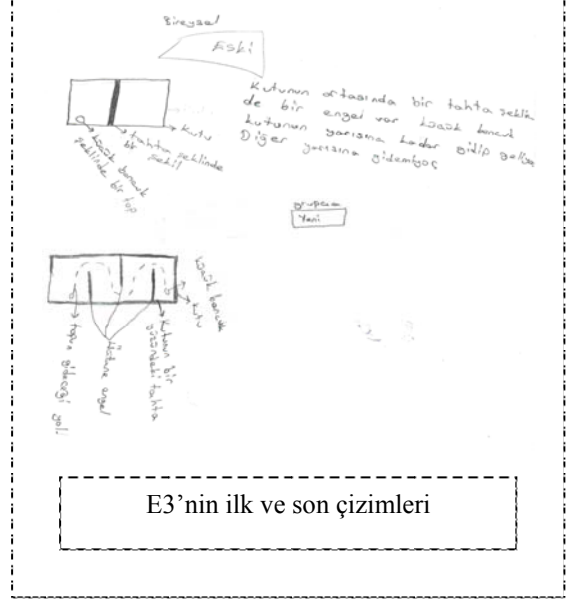
Her bir çalışma grubundaki öğrencilerin çizdikleri ilk ve son çizimlerden bazıları çalışma kâğıtlarından tarayıcı ile tarandıktan sonra aşağıda sunulmuştur:



Birinci çalışma grubundaki öğrencilerden E2, kutunun iç yapısıyla ilgili olarak, grubundaki diğer arkadaşlarının çizimlerini inceledikten sonra, düşüncesini şu sözlerle açıklamışlardır:

Bence E1'inki doğru [Başka?] K1'inki de doğru ama eksikleri var, benimkinin de eksikleri var [Bu modeli neye göre çizdin?] Gözlemlerimi kullandım, sıkıldığımda bazı yerlerinin sert ve bazı yerlerinin ise yumuşak olduğunu gördüm [Bunlar bizim neyimiz olur?] Verilerimiz olur [Demek ki bu verileri dikkate aldım, kimler hangi verileri dikkate alarak çizim yaptın?] İçindeki topun gidişini dikkate aldım [K1]

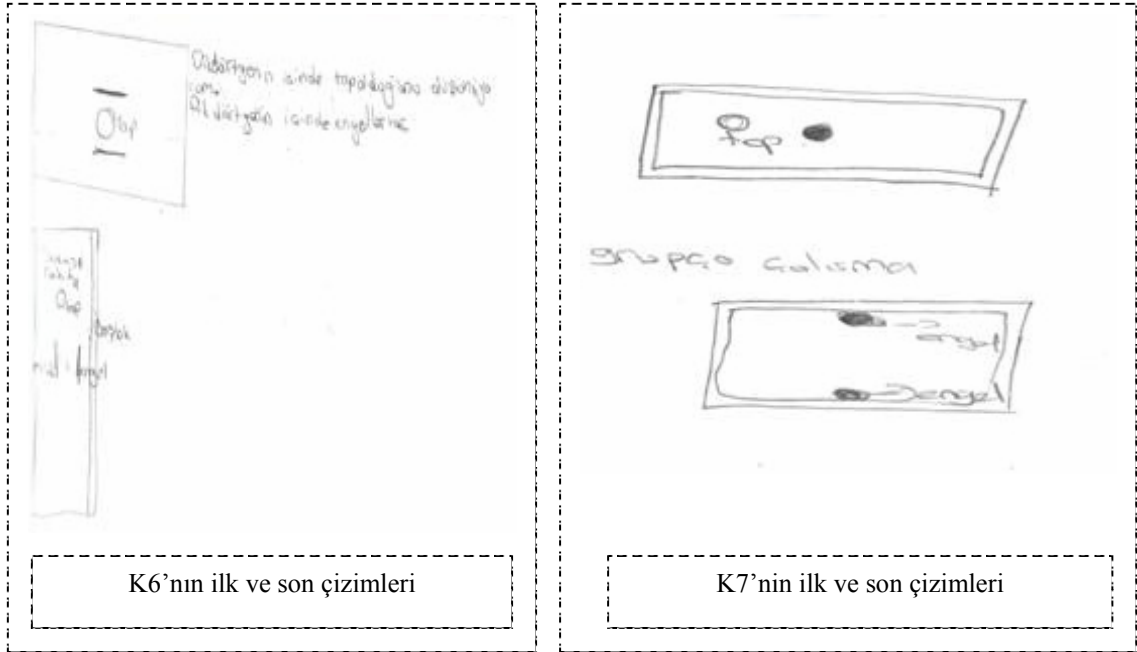
- İçinde engel vardı [Nasıl anladın] topun gidemediğini fark ettim [K7]
- Kutunun yanlarını sıktım, yanlar boşluk ortası sert [K6]



İkinci çalışma grubundaki öğrencilerden K4 ve E3, kutunun içyapısıyla ilgili olarak, grubundaki diğer arkadaşlarının çizimlerini inceledikten sonra, düşüncelerini şu sözlerle açıklamışlardır:

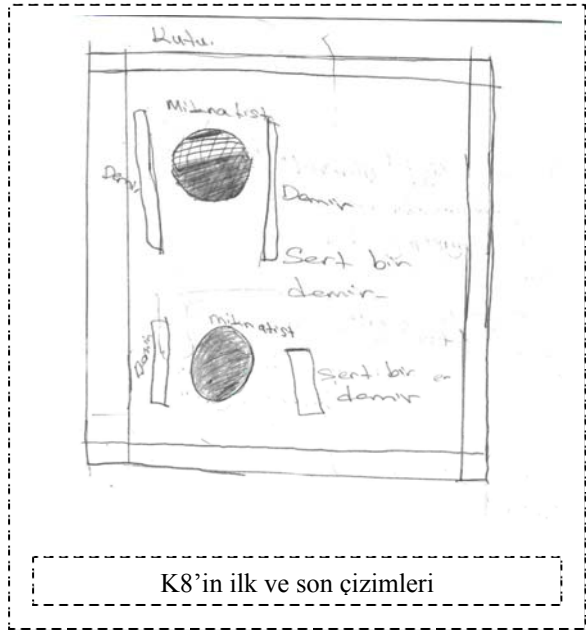
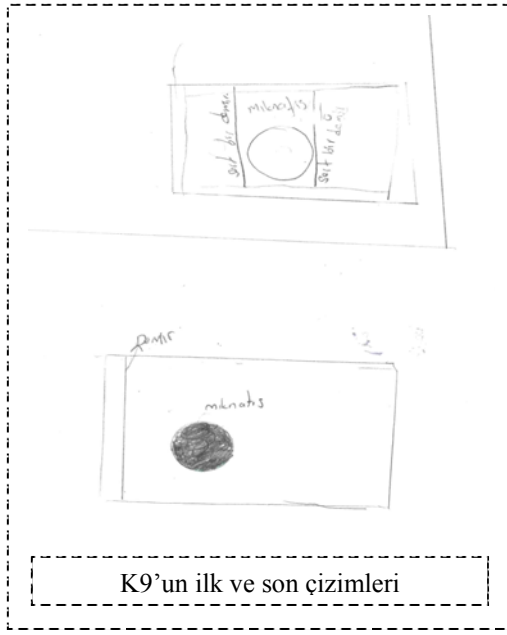
Ben kendi yorumunu kâğıdıma yazdıktan sonra, E3'in kâğıdına baktım ve E3'in kâğıdının doğru olduğunu düşündüm. [Neden kendi düşüncenden vazgeçtin?] Çünkü kutuda bir defa daha araştırma ve inceleme yaptım ve sonunda E3'inkinin doğru olduğunu gördüm. [Diğer arkadaşlarının çizimleri hakkında ne düşünüyorsun?] E4'inki de doğru çünkü ben ve E4'in yorumu aynı. Benim ilk yorumumla aynı olduğu için K3'ününkü yanlış. [K4]

Ben kutuyu incelediğimde ilk başta sadece tek bir şey sanmıştım, ondan sonra tekrar elime aldığımda kararımı değiştirdim, tabi siz [zaman] bitti diyene kadar, onun doğru olduğunu düşünüyorum. Ama en sonunda siz bitti dedikten sonra tekrar bir inceleme yaptım ve bulduğum sonuçlarda bir şeyin eksik olduğunu fark ettim.. Arkadaşların görüşleri doğru olabilir ve herkes kendisinininkini doğru buluyor olabilir [sen onların çizimleri hakkında ne düşünüyorsun?] Çizdikleri bana biraz tuhaf geldi, çünkü öyle bir engel koymak biraz zor! [E3]



Üçüncü çalışma grubundaki öğrencilerden E5, kutunun içyapısıyla ilgili olarak, grubundaki diğer arkadaşlarının çizimlerini inceledikten sonra, düşüncesini şu sözlerle açıklamıştır:

Ben, grup arkadaşlarımdan farklı düşünceler elde ettim [Diğerlerinin görüşleri hep aynı mıydı?] Aynı olmasa da birbirlerine biraz daha benzerdi [Sence hangisi daha doğru ve mantıklı olabilir?] K7 ile K5'inki [Neden?] Biri toplar dedi biri de ucuna iple bağlı dedi [Sen ne dedin?] İçinde sigara olduğunu söylemiştim [Yuvarlak bir şey olması daha mı mantıklı geldi sonra?] Evet [E5]



Dördüncü çalışma grubundaki öğrencilerden K10 ve E6, kutunun içyapısıyla ilgili olarak, grubundaki diğer arkadaşlarının çizimlerini inceledikten sonra, düşüncelerini şu sözlerle açıklamıştır:

K8 ve K9'in şekilleri aynı, diğerlerinininki farklı [Neden farklı olduğunu düşünüyorsun?] Onların düşünceleri farklı [Olayları inceleyen kişilerin düşünce ve önyargıları önemli midir?] Evet önemlidir. [Nasıl?] ... [K10]

İncelediğimiz kutu aynı fakat değişik çizimler ortaya çıktı [Kiminki doğru sence?] Benimki yanlış [Neden?] ... Bence K9'inki doğru [Neden?] ... [E6]

Her bir çalışma grubundaki öğrencilerden bir veya birkaçı düşüncesini açıkladıktan sonra, uygulama öğretmeni sınıfa şu soruyu sormuştur:

Bu çizdiğiniz modellerin doğru olup olmadığını nasıl test edebilirsiniz? [Ö]

— Arkadaşlarımızınkiyle karşılaştırırız ve en sonunda kendi aramızda hangimizinki doğru ise hepimiz onu yaparız ve onun doğru olduğuna inanırız [E3]

Bunun için grup çalışması mı lazım? [Ö]

— Evet.

Herkes katılıyor mu? [Ö]

— Evet.

Ben tek başıma çalışsam daha doğru sonuç bulurum diyen var mı? [Ö]

— Hayır.

Bu aşamada uygulama öğretmeni, sınıftaki öğrencilerden, grup çalışması yaparak kutunun içyapısıyla ilgili yeni modeller üretmelerini istemiştir. Bütün çalışma gruplarının

incelemeleri bittikten sonra, her gruptan bir kişi kutunun içyapısıyla ilgili son modele ulaşırken nasıl bir süreç izlediklerini detaylı olarak açıklamıştır. Bu açıklamalardan bazıları, öğrencilerin bilimin doğasını öğrenme süreçlerinin bir işareti olması nedeniyle aşağıda verilmiştir:

İlk önce gözlem yaptık [Bu gözlemlerden ne elde ettiniz?] veri elde ettik, aramızda konuşarak ve anlaşıarak verilerimizi değerlendirdik ve bir hipotez kurduk ve bunu kâğıdımıza aktardık [E3]

Biz arkadaşlarımızla kutuyu inceledik ve gözlemledik, sonra arkadaşlarımız birbirlerine düşüncelerini söyledi, [o gözlemlerle ne topladınız?] verilerimizi topladık, [onlarla ne yaptınız?] hipotez kurduk [sonra ne yaptınız?] ve modeli kâğıdımıza çizdik. [K8]

Grupça tartıştık herkesin kendi fikrini aldık, K6'nın fikri kutuya daha uygun geldi, onun için kâğıda onu çizdik [K7]

Kutuyu inceledik, daha sonra tekrar inceledik ve gözlem yaptık ve topun gidişatına ve topun engellere dokunup dokunmadığına baktık, veriler elde ettik ve veriler ve gözlemler sayesinde hipotezler elde ettik, bunlar sayesinde [içyapısıyla ilgili] şekiller çizdik [K2]

[Bu esnada masalardaki kutuların tümü toplanmış ve ortamdan uzaklaştırılmıştır]

Bunlardan sonra uygulama öğretmeni sınıfa farklı bir şeyler, mesela ne kullansaydınız daha doğru sonuçlara ulaşırdınız? sorusunu yöneltmiştir.

Mıknatıs olsaydı ve kutunu içindeki top demir olsaydı onu çekerdik ve anlardık, [zamanın geniş olması faydalı olur muydu?] kullanacağımız araca göre değişebilir [K4]

Kutuda ilk yaptıklarımızla son yapacağımız arasında bir değişiklik olurdu ve zaten oldu, onun için daha iyi sonuçlara varabilirdik, birde araç gereç kullansaydık ayrı yeten içindeki kendimize göre çıkardığımız düşünceleri, engelleri top falan, demirden mi yoksa plastik tahta ne tür bir engel konulduğunu anlardık [E3]

Bundan sonra uygulama öğretmeni sınıfa şu açıklamalarda bulunmuştur: [size hangi verileri kullandınız diye sorular sordum ve hep kutunun içindeki cismin hareketinden bahsettiniz, peki kutunun içini doğrudan görebildiniz mi çıplak gözle görebildiniz mi?] [Ö]

— Hayır.

Yani dolaylı yoldan veriler elde ettiniz. Peki, çıplak gözle görebildiniz mi? [Ö]

— Hayır.

Peki, nasıl veri elde ettiniz o zaman? [Ö]

— Elimizle salladık [K5]

— Önce sıktık sonra kutuyu yavaşça hareket ettirerek topun nereye gittiğine baktık [K2]

Peki, doğrudan göremediğiniz böyle dolaylı yolla [salam hareketini inceleme elinizle sıkma] elde ettiğiniz gözlemler duyuşsal yolla elde edilen veriler diyebiliriz, mesela kulak dokunma hissi, o zaman bunlar duyuşsal verilerdir. Peki, böyle sizin gibi bu şekilde duyuşsal yolla elde edilen veriler ne derece doğru olabilir? [Ö]

Çıplak gözle göremediğimiz için içinde ne olduğunu bulduk ama hangi engele takılıp hangisinde durduğunu anlayamadık [o zaman sizin çizdiğiniz modelin çok doğru olduğunu söyleyebilir misin?] Hayır[E1]

Kendimizce ve duyuşsal organlarımızla bir araştırma yaptık ama [içyapısını] çıplak gözle göremediğimiz için doğru olma ihtimali çok az [E3]

Bize bu konu verildiğinde herkes içyapısının modelini çizdi ama sonra arkadaşlarımızla birlikte yaptığımızda onların çok yanlış olduğunu gördük, demek ki çok az doğruymuş, ama arkadaşlarımızla yaptığımızda bir basamak da olsa ileri gittik [K4]

Öğretmen sınıfa; “bu etkinliğe göre bilimsel bilgiler neden kesin doğru değildir? Ve bu etkinliği bilimsel bir araştırmaya eşdeğer tutarsanız, bilimin ulaştığı bilgiler - bilimsel bilgiler- neden kesin değildir? sorularını sormuştur;

Her insanın düşünceleri ve gözlemleri farklı olabilir [bilim insanlarının da böyle olabilir mi] Evet [K9]

Herkesin düşünceleri farklı olduğundan dolayı bir şey esasında doğru olsa da başka bir kişi hayır doğru değildir diyebilir, çünkü düşüncesi farklı [K4]

Herkesin gözlemleri farklı olabilir [herkes doğru gözlem yapmak zorunda mıdır?, bilim insanları da yanlış gözlemler yapabilir mi?] bilim insanları da yanlış gözlemler yapabilir, mesela siz kutuları yaptınız, içinde ne olduğunu tam olarak biliyorsunuz fakat biz de kendi gözlemlerimizde bir şeyler ortaya koymaya çalıştık, bir bilim adamı böyle bir icat yapsa ve diğer bilim adamına dese ki bunun içinde ne var oda tam olarak ne olduğunu bulamayabilir, onun için bilimsel bilgiler % 100 doğru değildir [E3]

Bu açıklamalardan sonra uygulama öğretmeni şöyle devam etmiştir: Bu etkinlikte doğrudan gözlem yapamadınız, bilimde de böyle dolaylı gözlemler yapılır mı?,

— Evet.

Peki, o zaman böyle dolaylı gözlemler yapılırsa, bunların doğruluğu kesin olabilir mi? [Ö]

— Hayır

Öğretmen “Demek ki doğrudan olmayan çıkarımlar çok kesin olmayabilir. Bilim insanları da böyle gözlemler yapabilir, onlar da sizin gibi birer insan çünkü” açıklamasını

yapmıştır ve şöyle devam etmiştir; “K4 dedi ki: grupça çalıştığınızda bir adım daha ileri gittik, o zaman elde ettiğimiz verileri nasıl daha kesin yapabiliriz?”

Daha çok arkadaşla paylaşarak, bu sınıfla ve diğer sınıflarla, daha çok düşünce olur ve içyapısını daha çok çıkar ortaya [K3]

Bu sınıftaki gruplarla birlikte kâğıtları ortaya koyarız, hangi kâğıtlarda mesela bir kâğıt var o kâğıdın açıklaması diğerleriyle aynıysa o daha doğrudur [K4]

Daha çok gözlemler yaparak verilerimizi değerlendirerek gruplarla birlikte çalışarak [E4]

Bilimde birlikte çalışmak önemli olabilir mi?

— Evet.

Gerçektende bilim insanları birbirleriyle çalıştıkça, fikir alış verişinde bulundukça daha doğruya yakın sonuçlara gidebilir, mesela bir arkadaşınız sizin aklınıza gelmeyen bir noktayı yakalamış olabilir.

Bunlar yapılsaydı yine de ortaya çıkan sonuç ne derece doğru olabilirdi?

- Bir basamak ilerlerdik ama yinede kesin olamazdı çünkü tam olarak içini göremedik [K4]

Bir basamak daha ilerleyebilirdiniz ama yine de kesin olduğunu söyleyebilir misiniz? [Ö]

— Hayır

Bu kutu etkinliğinde olduğu gibi yıllardan beri size dünyanın içyapısı anlatılır.

Mesela merkezinde çekirdek, bir sürü tabaka, magma tabakası vs. Bilim insanlarından hiç kimse oraya kadar gitmiş mi? [Ö]

— Hayır

Bu bilgi o zaman kesin doğru olduğunu düşünüyor musunuz? [Ö]

— Hayır

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilimsel bilgiler tam olarak doğru değildir. Çünkü onlar da verilen cisimleri çıplak gözle göremezler. Dolaylı yoldan tahminlerde bulunurlar. Bu tahminler de kesin olarak doğru değildir. Kesin doğru olduğunu anlayabilmek için çıplak gözle görmemiz gerekir. Bireysel olarak çalıştığımızda ortaya konulan fikirler, daha az olur. Grup olarak çalıştığımızda fikirler daha fazla olur. Bilimde vakit çok önemlidir. Çünkü vaktimiz daha fazla olduğunda fikirler daha çok tartışılır. Bir adım daha ilerleriz. Her insanın farklı düşünceleri vardır. Bu düşünceler kesin olarak doğru değildir [E1]

Bu etkinlik boyunca, bilimin bulduğu şeylerin kesin olmadığını öğrendik. Örnek olarak dünyanın içyapısı olabilir. Bilim insanları bizim gibi dünyanın içyapısını

görmediler ama araştırma yaparak dünyanın içyapısı hakkında veri bulmuşlardır. Ve bu verilere dayalı hipotezler kurmuşlardır. Biz de bilim insanları gibi veriler bulduk ve verilere dayalı hipotezler kurduk [E2]

Biz araştırdığımız şeyin içini tam olarak bilmediğimizden, gözümüzle görmediğimizden araştırdığımız şey hakkında ki bilgimiz kesin olmaz. Bu kesin olmamayı yeni fikirlerle ortaklaşa çalışmayla azaltılabilir. İnsanların ön yargıları yapacakları çalışmayı etkiler. İnsanlar şeklin içinde bir şeyler olduğunu düşünür, ama bu olmayabilir [K1]

Bu etkinlik boyunca bilimsel bilginin kesin olmadığını, çünkü bilim insanlarının bir sorunu çözerken çıplak gözle göremediklerini, sadece veriler toplayarak sonuca ulaştıklarını öğrendim. Fakat bu sonuçları tamamen doğru olmadığını öğrendim. Bilim insanlarının ulaştıkları sonuç tamamen doğru değildir. Daha fazla veri toplayarak düşüncelerimizi başkalarıyla paylaşarak başkalarının düşüncelerini de alarak kesin olmamayı azaltabiliriz. Ayrıca bilimsel bir sorunu çözerken grupça çalışmanın önemli bir yerinin olduğunu grupça çalışırsak sonuca daha çabuk ulaşabileceğimizi öğrendim [K2]

Bilim adamlarının yaptıkları yeniliklerde veya çalışmalarda farklı gözlemler yaparlar. Aynen bizim yaptığımız gibi. Yapılan etkinlikler kapalı ise ve içini açıp bakmak yasak ise yaptığımız gözlemler, veriler yüzde yüz doğru olamaz. Çünkü içi çıplak gözle görülüyor. Bunun doğru olup olmadığını ispatlayamayız. Bilim adamlarının da aynen bizim gibi yaptıkları gözlemler tamamen doğru olamaz...[E3]

Bilim insanları da bizim gibi çalışıyorlar yani tek çalışsalar sonuca ulaşamazlar. Bilim insanları da gözlemler yaparak gözlemlerini değerlendirerek ve bunlardan hipotez kurarak sonuca ulaşır. Yani ben bu yaptığımız etkinlikte bilim insanlarının da biz insanlar gibi çalıştıklarını anladım [E4]

Bu etkinlik boyunca bir bilim insanının bizler gibi yardımlaşarak etkinliklerini sürdürebildiğini anladım. Etkinlikte ayrıca, başka bir insanı diğer insanlarla bilgilerini birleştirirse sonuca o kadar yaklaşıyor [K3]

Bu etkinlikte bilimin doğru olup olmadığını öğrendik. Bilimde her şey doğru olmayabilir. Örneğin, ben tek başıma bir problemi çözmeye çalıştım. Ben o zaman problemi çözerim ama yerimde sayarım. Bir arkadaşımınla birlikte yapsam bir basamak daha ilerlerim, belki de sonuca varabilirim. Bilim her zaman doğruları ortaya koymayabilir... [K4]

Bu etkinlikte bilimle ilgili olarak bilimsel bilginin % 100 doğru olmadığını, yaptığımız etkinliklerde bir şeyi çıplak gözle görmeden doğru olmayacağını öğrendik. Bilimsel bilginin kesin olmadığını asıl sebebinin çıplak gözle görülmemesidir. Yaptığımız çalışmalarda bilimsel bilgilerin kesin ve doğru olmadığını öğrendik [E5]

Bilimsel çalışmaların yüzde yüz doğru olmadığını ve kesin olmadığını hakkında birkaç veri elde ettik. Ve sonuçta bilim insanlarının da bizim yaptığımız gibi farklı hipotezlere ve verilere sahip olduğunu anladık. Bilim insanları da yaptıkları işlerin doğru ya da yanlış olduğunu bilemez [K5]

Bu etkinlikte bilim genellikle doğrudur. Çünkü biz bu etkinlikte kutunun içeriğini göremediğimiz için birçok veri elde ettik ve sonunda hipotez oluşturup içyapısını çizdik. Yani, bilim insanları da bizim gibi veri elde edip hipotez kurar [K6]

Bu etkinlik boyunca bu kutuyu arkadaşlarla inceledik. Herkes kutunun içyapısını inceledi ve çizdi. Herkesinki başkaydı sonra herkesinkini tek tek inceledik sonra tartıştık. Bazı arkadaşlarımızinkini eleştirdik ve herkesin fikri değişti. Bilimde de fikirler ve düşünceler farklı olabilir. Herkesin düşüncesini güzel bir şekilde karşıladık....herkesin fikri farklı olabilir [K7]

Bu etkinlikte bilim yüzde yüz doğru değildir. Bilim insanları da bizim gibi önce gözlemler sonrada veriler elde eder. Verileri de hipoteze çevirir. Bilim insanlarının bizden farklı olmadığını onların da bizim gibi sonuçlar bulduğunu öğrendik. Onların sonuçları da bizimki gibi doğru veya yanlış olabilir. Ben en çok bilim insanların da bizim gibi olduğunu düşündüm [K8]

Bilim % 100 doğru değildir. Çünkü her insanın verileri, gözlemleri ve düşünceleri aynı olmadığı için herkes farklı bir şey düşündüğü için bilimsel bilgiler doğru değildir. Her bilimsel bilgi doğru cevabı vermez. Bunun için bilimde de veriler ve gözlemler farklı olduğu için bilimsel bilgiler % 100 doğru değildir [K9]

Biz bu etkinlikte bilim adına çok şey öğrendik ve bilimin doğru olduğunu düşündük... Bilim adamlarının nasıl çalıştıklarını verilerle nasıl sonuca ulaştıklarını öğrendik. Ben bilimin % 100 doğru olduğunu öğrendim [K10]

Ben bu etkinlik boyunca, birçok şey öğrendim. Örneğin, bilim adamlarının yaptığı her araştırmanın doğru olmadığını öğrendim. Dikdörtgen şeklindeki bu kutuyu inceledim ve içinde ne olduğunu çok merak ettim. Arkadaşlarla fikirlerimizi paylaştık ama kutunun içindeki şeyin % 100 doğru olduğunu düşünemeyiz. Benim şekle bakış açım farklı, grup arkadaşlarımda şekle bakış açısı farklı olabilir. Ama sonunda aynı sonuca varabiliriz. Bilim adamları da önce şekle farklı bakarlar ama en sonunda aynı sonuca varabiliriz [K11]

Bu etkinlikte bir kutunun içindeki maddeyi incelediğimizde yuvarlak top ile mıknatıs olduğunu bulduk... Bilim insanları bir deney yaptıkları zaman onu bazı bilim adamlarına sunar [E6]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Kutuların içyapılarını göremedikleri halde öğrenciler, bazı çıkarımlarda bulunabildiler. Fakat kutuların içi görülemediğinden kurulan modeller % 100 doğru değildir. Daha fazla gözlem ve işbirliği yapma, sonucu daha kesin kılacaktır. Bu yüzden arkadaşlarıyla fikir alış veriş yaptılar [Ö]

Ayrıca doğrudan yapılmayan yani duyuşal verilerin kişileri kesin sonuçlara götüremeyeceğini öğrendiler. İçerisinde farklı cisimler olduğunu düşününler oldu. Bu

da insanların aynı olayı inceledikleri halde farklı verilerle farklı sonuçlara gidebileceklerini gösterdi [Ö]

3.2.8. Delikli Şişe!

Bu etkinlik 40 dakikalık iki ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinliğe sınıftaki öğrencilerin tümü katılmıştır. Etkinlikte, üzerinde üç küçük delik bulunan ve bu delikler elektrik bandıyla kapatılan plastik bir su şişesi kullanılmıştır. Şişenin üzerindeki deliklerin her biri üzerindeki bant sırayla uzaklaştırılmış ve her bir durum için öğrencilerin önce tahmin-hipotez kurmaları ve sonra ise hipotezleri test etmeleri sağlanmıştır. Bununla birlikte, tahmin ve hipotez arasındaki farkı anlamaları için etkinlik katkı sağlamıştır. Bu etkinlik, bilimsel bilgilerin ortaya çıkarılmasında hipotezlerin ve bilimsel sürecin temel basamaklarının rolünün anlaşılması açısından önem taşımaktadır. İncelenen çalışma gruplarındaki öğrencilerin her biri, araştırma boyunca meşgul oldukları şeylerle ilgili olarak kendi çalışma yapraklarını doldurmuştur. Bu etkinlikte ilgili verilere aşağıda yer verilmiştir:

Bu etkinlikte, öğrencilerin araştırmalarını yürütürken doldurdıkları çalışma yaprakları incelenmiş ve “bu etkinlik ile bilimin problemleri nasıl çözdüğü arasında nasıl bir ilişki vardır? sorusuna verdikleri cevapların analizine aşağıda yer verilmiştir:

Birçok öğrencinin, bilimsel araştırma sürecinin esas adımları - gözlem yapma – tahmin etme - hipotez kurma- hipotezi test etme - üzerinde odaklandığı ve temel bilimsel işlemleri kavradıkları tespit edilmiştir.

Biz deneyimimizle önce gözlem yaptık ve bu gözlemler sonucunda hipotezler kurduk ve test ettik. Bazılarımızınki doğru ve bazılarımızınki ise yanlış çıktı. Yanlış çıkanlar yeni bir hipotez kurdu. Bilimde de böyle aşamalardan geçilir [K1]

Bu etkinlikte önce gözlem yaptık, sonra tahminlerde bulunduk, bu gözlem ve tahminler yardımıyla hipotezler kurduk. Hipotezlerimizi test ettik. Bazılarımızın hipotezleri yanlış çıktı. Bilimde de sonuçların bu yolla çözüldüğünü düşünüyorum [K2]

Gözlem yaptık, sonra hipotez kurduk, hipotezlerimizin doğru olup olmadığını test ettik. Bilim insanları da bizim gibidir [E2]

Önce gözlemler yaptık, öğretmen bizden hipotez kurmamızı istedi. Sonra hipotezlerimizin doğru olup olmadığını test ettik. Bunların bazıları doğru bazıları ise yanlış çıktı [K10]

İlk önce gözlem yaptık sonra hipotez kurduk. Hipotezi test ettik ve doğruları ve yanlışları bulduk [K9]

İlk önce gözlem yaptık ve sonra hipotez kurduk, onu test ettik. Yanlış çıkınca yeni bir hipotez daha kurduk [K8]

Hipotezler kurduk, bazılarımızın doğru ve bazılarımızın yanlış çıktı. Yanlış çıkan arkadaşlar yeniden hipotez kurdu [K6]

İlk önce düşüncelerimizi paylaştık, gözledik, sonra hipotez kurduk. Hipotezleri test ettik, bunun sonucunda bazılarımızın doğru çıktı. Yanlış çıkanlar yeni hipotez kurdu [E3]

Deneyler yaptık, düşüncelerimizle tahminde bulunduk ve bunları test ettik. Bazılarımız doğru ve bazılarımız ise yanlış yaptı [K4]

Birkaç öğrencinin ise, temel bilimsel işlemlere ilave olarak bilimsel bilgilerin kesin doğru olmadığı ve yanlış olabileceği, ayrıca, deneysel ve çıkarıma dayalı doğası üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Bilimde de çalışmalar bu şekilde olabilir, yapılan çalışmalar da hipotezler doğru çıkmayabilir. Bazı arkadaşlarımızın yanlış, bazılarımızın doğru çıktı. Yanlış olanlar tekrar kurdu [K7]

Bu etkinliklerde gözlemler ve çıkarımlar yaptık. Fikirlerimizin % 100 doğru olduğunu iddia edemedik. Bilimde de incelenen deneylerin sonuçları % 100 doğru değildir [E5]

Bilim insanları yaptıkları işleri gözlemleyip deney yaparak açıklar [K5]

Bilim adamları da bizler gibi deneyler yaparak, problemleri çözer. Yani deneyler yaparak sonuçlara ulaşır [E4]

Bilim insanları da önce gözlem yapıp hipotez kurarlar. Sonra da bunun doğru olup olmadığını anlamak için deneyler yaparlar [E1]

Bu etkinliğin ilk kısmı tamamlandıktan sonra öğretmen, öğrencilerden etkinliğin ikinci kısmındaki (plastik şişenin yatırılması) eylemleri yapmaları ve her bir durum için tahminde bulunup hipotezler kurmalarını ve kurdukları hipotezleri ise test etmelerini istemiştir.

Bu yolla öğrencilerin kurulan hipotezlerin hangi durumlarda kabul gördüğünü ve hangi durumlarda da yenileriyle değiştirilmelerine ihtiyaç duyulduğunu kavramaları istenmiştir.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

İlk başta ortada bir sorun olması lazım. Bu sorun hakkında gözlem yapabilmek ve bu gözlemlere dayalı olarak hipotez kurabilmemiz lazım. Hipotez kurmak önemlidir çünkü hipotez kurarsak o sorun hakkındaki düşüncelerimizi söylemiş oluruz. Bu etkinlik boyunca açık hava basıncını öğrendik. Hipotez ile tahmin arasındaki farkı öğrendik. Bu farklar; hipotezler gözleme dayalı olur fakat tahmin olmaz [E2]

İlk önce gözledik sonra hipotez kurduk. Sonra da yaptığımız bu gözlemler doğru mu yanlış mı diye bir test yaptık. Doğru olanlar bir daha hipotez kurmadılar, yanlış olanlar ise yeniden hipotez kurdular. Bilim insanları ise bizim gibi yaptıkları şeyleri test yaparlar... Bilimde gözlemler yapılır. Hipotezler kurulur, sonra test yapılır [K7]

Hipotezin önemi gözleme dayalı olarak ortaya koyduğumuz bilimsel bir bilgidir. Bunun doğru olup olmadığını öğrenmek için test ederiz. Doğru ise bilimsel bilgidir. Eğer yanlışsa yeni bir hipotez kurmamız gerekir. Bundan çıkaracağımız mesaj şudur: hipotez gözleme dayalı, test edilerek doğru olmadığını öğrenerek yapılan bilim açısından önemli bir kavramdır. Bilimsel bilgiye ulaşabilmek için hipotez kurup test ederiz. Bilimsel bilgi bilim açısından önemli bir kavramdır [E3]

Bilimde bir şeyi bulmak için önce ortada sorun olması gerekir. Sonra da bu sorun hakkında gözlem ve inceleme yapılır ve gözlemlere bağlı olarak hipotezler kurulur. Sonra da hipotezlerin doğru olup olmadığını bulabilmek için test edilir. Yanlışsa yeni hipotezler kurulur. Bilimde de doğru cevaba gidebilmek için önce gözlemlerden sonra hipotezlerle test ederek sonuca ulaşırız. Hipotez olmazsa gözlemlerden sonuca ulaşamayız. Kısacası hipotez bilimsel bilginin bulunmasındaki ana basamaklardan biridir [K1]

İlk önce ortada bir sorun olmalı. Bu soruna dayalı gözlemler olmalı ve bu gözlemlerle hipotez kurulur. Bu hipotezlerin doğru olduğunu öğrenmek için de test yapılır. Yapılan bu testler eğer kurulan hipotez doğruysa doğru, yanlışsa da yeni gözlemlere dayalı olarak hipotez kurarız. İşte bilimde de insanlar bir şeylerin doğru olduğuna araştırmak için hipotez kurarlar. Bu hipotezler test edilebiliyorsa doğrudur [K9]

Hipotez kurmayı öğrendik ve gözlemlerimize dayanarak bilim insanlarının yaptıkları işleri nasıl yaptıklarını biraz tahmin ettik ve anladık ki bilim insanlarının da yaptıkları işlerde gözlem ve deneylere dayanıyor. Bilim insanları da önce işlerini yapıyor daha sonra da bir hipotez elde ediyor. Ve önce bir soru sonra gözlem sonra da hipotez elde ederiz [K5]

Bu etkinliği gözledikten sonra hipotezler yaptık sonra bunların doğru olup olmadığını test ederek bulduk. Eğer doğruysa olayı çözdük demektir. Eğer hipotezimiz yanlışsa yeni bir hipotez bularak soruyu çözmeye çalışırız. Hipotez kurabilmek için o şeyin test edilmezse bu hipotez olur. Eğer bu şey test edilirse bu hipotez olmaz. Bir problemi çözebilmek için hipotezler önemlidir [K11]

Bu etkinlik bize bilimsel olayları nasıl araştırmamız gerektiğini ve çözmemiz gerektiğini öğretti. Bir deney yaparken önce tahmin ederiz sonra gözlemleriz sonra test ederiz. Sonra doğruysa doğruyu yanlışsa yanlış işaretleriz ve yanlışsa bir daha yaparız. Bence bilimsel bilgi önemlidir çünkü bir deneyi yaparken kolaylık olur [K10]

Bazen tahmin ederek öğrendik. Ama tahmin ederek değil hipotezler kurarak. Bunun sonrasında test ederek. Bilim ve bilimsel bilgiler öğrendik. Bir şişenin içine su doldurduk önce gözledik, sora hipotezlerimizi kurduk...[K8]

Yaptığımız etkinliklerde önce ortada bir problemin olması, daha sonra tahmin etmeyi, sonra gözlemler yapmayı ve hipotez kurmayı öğrendik. Tahminin bir şeyi önceden kafadan sallayarak hipotezin ise gözlemlere dayanarak kurulduğunu öğrendim. Bir problemi çözebilmek için hipotez kurmayı, gözlem yapmayı ve tahmin yapmayı öğrendik [E5]

Hipotez kuruyorsak onun doğru mu yoksa yanlış mı diye farklı testlerden geçiririz. Bu etkinlik boyunca gözlem yapmayı hipotez kurmayı bunu test etmeyi ve bilim adamları da insanlar gibi hipotezler kurarak bu hipotezleri test ederek sonra bunları gözleyerek bizim gibi bulmaya çalışır. Bulamazlarsa tekrar yaparlar [E4]

Eğer hipotezlerimiz yanlış olursa tekrar bir daha yeniden hipotez kurar deneriz. Yapılan tahminleri, problemleri bir sıra halinde inceledik ve bir sonuca vardık. Bu sonuçlar sayesinde yanlış veya doğru olup olmadığını anladık [K3]

Bu etkinlikte bilimde bir sorunu çözmek için mutlaka hipotez kurmamız gerektiğini, bilim adamlarının da bizim gibi kurdukları hipotezleri test ettiklerini, testlerin sonucunda hipotez yanlış çıktıysa yeni bir hipotez kurduklarını öğrendim. Ayrıca, bu etkinlik boyunca tahmin ve hipotez arasındaki farkları, tahminlerin basit şeyler olduğunu, hipotezlerin ise; test edilebilir, gözlemlere dayalı ve mantıklı olması gerektiğini öğrendim. Bilimde bir sorunu çözmek için o sorun üzerinde önce gözlem yapmamız gerektiğini daha sonra hipotez kurmamız gerektiğini, bu hipotezlerin doğru olup olmadığını test etmemiz gerektiğini, eğer hipotezimiz yanlışsa yeni bir hipotez kurup test etmemiz gerektiğini öğrendim [K2]

Bir hipotez kurmak veya gözlem yapabilmek için ortada bir problemin olması lazım. Sonra gözlem yapmalı ve gözleme dayalı bir şekilde hipotez kurmalıyız. Hipotezin doğru olup olmadığını anlamak için test ederiz. İyi bir hipotez test edilebilmelidir. Tahminle hipotez çok farklı şeylerdir. Tahminler gözleme dayalı değildir. Fakat hipotezler gözleme dayalıdır. Hipotezleri yanlış olanlar da tekrar farklı bir hipotez kurmalıdır. Bilim insanları da bir sorunu çözmek için bizim izlediğimiz yolda ilerler [E1]

Etkinlik boyunca hipotez ve tahmin ve arasındaki farkları bulduk. Hipotez olayı biraz daha inceliyor. Yani; gözlem, test ve deney yapılıyor. Tahminde ise; bu yazdıklarımın hiç birisi yapılmıyor. Daha sonra eğer hipotez kurmazsak problem de çözemeyiz. Problemi çözmezsek istediğimizi elde edemeyiz. Eğer hipotez olmasaydı dünyada bilime ait hiçbir sorun çözülemezdi [K4]

İlk önce gözlem yaptık sonra hipotez kurduk. Hipotezlerimizin doğru veya yanlış olup olmadığını bulmak için gözlem yaptık. Yanlış olduğunda tekrar hipotez kurduk. Doğru olup olmadığını gözledik. Bilim insanları bizim yaptığımız gibi ilk önce gözlem sonra hipotez kuruyorlar, doğru olup olmadığını gözleyolar [K6]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Bilimsel bilgiye ulaşmak için hangi basamaklardan geçildiğini ve problemi çözebilmek için hipotez kurmanın çok önemli olduğunu anladılar. Hipotezler problemi çözmede kullanılır. Zaten problemin olası çözümleridir. Kurulan hipotezin denenmesinin de vazgeçilmez bir aşama olduğu anlaşıldı. İyi bir hipotezin özellikleri, hipotez ve tahmin arasında ne fark olduğunu anladılar [Ö]

3.2.9. Hadi Bul Bakalım!

Bu etkinlik 40 dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinliğe bir öğrenci katılmamıştır. Etkinlik boyunca öğrencilerin bilimsel bilginin üretilmesi ve bilim insanlarının sadece topladıkları verilerden anlam çıkarmaya çalışmasının onları bir yere ulaştırmayacağı ve bu nedenle verilerin bağlama yerleştirilmesi gerektiği hususunu kavramaları istenmiştir. Bu amaçla hazırlanan yazılı bir metin, data-show yardımıyla ekrana yansıtılmış ve bu metin öğretmen tarafından yüksek sesle okunduktan sonra öğrencilerden bu metinde neden bahsedildiğini bulmaları istenmiştir.

Bu yapılırken de metindeki her bir cümle ve kelimenin kendi içinde anlamlı olduğu belirtilmiştir.

— Burada hayati öneme sahip bir şeyden bahsediyor [E3]

Bu metinde öğrencilerin neden bahsedildiğini anlayamadığı belirlendikten sonra öğrencilere, burada arabalarda güvenlik ile ilgili bir şeyden bahsediliyor olabilir mi? sorusu sorularak metni yeniden okumaları istenmiştir:

Bu süreçte öğrencilerden bazılarının aşağıdaki şekilde cevaplar verdikleri tespit edilmiştir:

— Hava yastığı olabilir [K2]

—Emniyet kemeri [E4]

Hava yastığı olduğunu anlamayan birçok öğrencinin bulunduğu tespit edilmiş ve bu öğrencilerin hayatlarında daha önce hava yastığı hiç görmemiş ve duymamış olduğunu

söyledikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte hava yastığı konusunda biraz bilgisi olanlar şimdi bu metinde hava yastığından bahsedildiğini kolayca kavramıştır.

— Ben televizyonda görmüştüm [E3]

— Ben babamdan duymuştum [K2]

Bu noktada öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak eldeki bir verinin yorumlanması için verilerle incelendikleri bağlamın birleştirilmesi gerektiği, çıkarımların verilerle tutarlı olması gerektiği, bir şey hakkında bilmek için deneyimlerin uygun olması gerektiği konularına vurgu yapılmıştır. Bütün bilim insanlarının ellerinde aynı veriler olsa da farklı ve yanlış sonuçlara ulaşmaları mümkündür açıklaması yapılmıştır. Bu etkinlikte metinde neden bahsedildiğini incelerken bağlamın daraltıldığını ve arabalarda güvenlikle ilgili bir şeyden bahsedildiği söylenince birkaç öğrencinin anında neden bahsedildiğini bulduğu açıklanmıştır. Bilim insanları da araştırma yaparak veri toplar, onları yorumlar, bu esnada da deneyimlerinin, bilgi birikimlerinin ve eski yaşantıları o kadar önemli olduğu hususu açıklanmıştır. Bir kişinin bir veriden anlam çıkarabilmesi için onunla ilgili bir şeyler bilmesine ihtiyaç vardır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilim insanları da bilimsel bilgiye ulaşabilmek için sadece önündeki veriler yeterli değildir. Bilimsel bilgiye ulaşabilmek için önceki hayatımızdan da bir bilgiye sahip olmamız lazım. Öğretmenimiz bize verdiği metinde bazılarımız bildi bazılarımız bilemedi. Kimisi de yanlış cevap verdi. Bilim insanları da bizim gibi önceden o konu hakkında bir bilgisi yoksa sorunu çözemez yada yanlış yanıt verir. Eğer konu hakkında bir bilgisi varsa sorunu bilir. Bilim insanları da bir sorunu tam olarak çözemez [E1]

Bilim insanlarının bir şey yapabilmesi için geçmiş yaşantısında gereksinim duymaktadır. Bir şey yapacaksa, önceden görmesi lazım. Bizim yaptığımız bu etkinlikte hava yastığını önceden gören arkadaşlarımız buldu ama göremeyenler ise bulamadı. Fakat ilk başta paragrafı okuduğumuzda bize çok anlamsız gelmişti. Hocamız bir veri daha söyleyince biz hemen bulduk. Bilim insanları da böyledir; bir veri bulurlar, fakat yine de olayı aydınlatacak birçok veriye sahip olmaları lazım [E2]

Bilim insanları sadece verileriyle sonuca gidemez. Sonuca ulaşmaları için geçmiş yaşamları ve bilgileri de önemlidir. Bir insan kendi ilgi alanında daha yeteneklidir. Tabi bilgileri de önemlidir. Bilim adamları da verileriyle doğru sonuçlar alamıyorlar. Hatta o veriler onlara saçma geldiğinden yanlış da olsa sonuca ulaşamazlar. Ama ilgi alanları olmasa da daha önceden bilgileri olsa doğru sonuca ulaşabilirler [K1]

Etkinlik boyunca bilim insanlarının bir soruyu çözmek için sadece ellerindeki verilerin yeterli olmadığını, veriler dışında başka bilgilere de ihtiyaç duyduklarını sorunu çözmek için bulundukları ortamın çok önemli olduğunu, geçmişteki deyimlerinin bilim insanlarını sonuca götürmeye katkı sağladığını, bilim insanlarının gerektiğinde yaratıcılıklarını ve hayâl güçlerini kullanabileceklerini öğrendim [K2]

Bilim insanları bazı konulardan anlam çıkaramayabilir. Çünkü geçmişte anlatılmak istenen şey hakkında hiç bilgi birikimi olmamıştır. Hiç görmemiş ya da ismini hiç duymamıştır. Çünkü büyüklerinden, çevresinden veya başka bir yerden görmemiştir. Bunun için o konu hakkında bilgisi yoktur ve bir mana çıkaramaz. Bilim insanları da üstün zekâlı olmuş olmaz [E3]

Bilim insanlarının da bizim gibi başta bir şey anlamıyor. Ama sonradan onlar da bizim gibi anlıyor ve sonra insanlara sunuyorlar. Ben de hocamızın yaptığı açıklamalarda bunu öğrendim. Yazılardan farklı anlamlar çıkarıldığını öğrendim. İşte bilim insanları da tek başına anlam çıkarsa bile bunların bazıları doğru olmayacaktır. Ama hep birlikte çalışırlarsa doğru çıkabilir [E4]

Bu etkinlik boyunca bilim insanı ile bizlerin arasında hiçbir fark olmadığını ve bilim insanlarının da bizler gibi bazen hata yapabildiğini anladım. Geçmişe dayanan bilgilerde her insan için önemlidir. Eğer bilgi birikimi olmazsa öğretmenimizin anlattıklarını anlamayabilirdik [K3]

Bu etkinlik bilim adına her şeyin görmeden anlaşılamayacağını, elimizdeki verilerle hipotezlerimizin tutarlı olması gerektiğini öğrendim. Bu etkinlikte yaşamımız boyunca birçok şeye dikkat etmemiz gerektiğini anladım. Yaşamımızda birçok şeye dikkat etmeliyiz, o konuyla ilgilenmeliyiz. Eğer karşımıza bir problem çıkarsa onu daha rahat anlayıp öğreneceğimizi öğrendim. Birçok şeyi anlamadan görmeden yapamayacağımızı anladım [E5]

Bilim insanlarının iyi çalışması için ortamın iyi olması, önceden yetenekli bir bilgiye sahip olması ve çeşitli veriler elde ederek yapacağı sonuca tez ulaşması gerekir. Bilim insanları yapacakları işlerin iyi olması için daha çok yetenek ve bilgilerini o cisim üzerinde denemektedirler [K5]

Bu etkinlikte bilim insanlarının etkinliğini yapabilmesi için sadece ön veriye değil önceki yaşamı da gerekir. Etkinlikte öğretmenimiz eğer kopya vermeseydi biz belki bu etkinlikten hala bir şey anlamazdık. Eğer önceden görseydik bulabilirdik [K6]

Bu etkinlik boyunca hiçbir şey bilmeden yorumlayamayız. Eskiden bilgisi olanlar etkinliği yorumlayabilir. Ama o şeyin adını hiç duymadıysa bile açıklandıktan sonra bile etkinliği hem yorumlayamaz hem de anlayamazlar. Herkesin fikri ya da düşüncesi bir değildir. Herkes kendi fikirlerini yola koyarak yorumlayabilir [K7]

Bilim insanlarının geçmiş ortama ihtiyaçları vardır. Bilimsel bilgiyi bulabilmek sadece veri ile olmaz. Bilim insanları da daha erken karar veremez. Hemen kendi verilerini kullanamazlar... Bilim insanları da bizim gibi hemen karar veremez... [K8]

Bir şeyleri öğrenmek için elimizdeki bilgiler yetmez. Her nerde olursa olsun elimizdeki bilgi birikimi her zaman bir işe yaramaz. Yaşadığımız ortama bağlıdır. Demek ki önceden edindiğimiz ortamdaki bilgiler her yerde önemlidir. Herkes hep aynı bilgilerle yetinmez. Her zaman ortamın iyi olması lazım ki insanlar da her şeyi iyi öğrensin. Bu yüzden bilim adamları da kendi bilgileriyle yetinmeyip ortama karışıyorlar. Bu da çok güzel bir şey [K9]

Biz öğretmenimizle bir konu okuduk ve bundan bazılarımız hiçbir şey anlamadı bazılarımızda anladı. Bu konunun arabalarda olan hava yastıklarıyla ilgili olduğunu bulduk ve bazılarımız hava yastıklarını görmediği için bu konu bize çok yabancı geldi. Ve daha sonra öğretmenimiz anlatınca bir şeyler anladık. İşte bilim insanları da böyle şeyler araştırdığı zaman geçmişe bakmalıdır [K10]

Bu etkinlikte önce hiçbir şey anlamamıştım. Şimdi de öğretmen açıkladı ama ben hava yastığını görmediğim için hala bir şey anlamadım. Öğretmen ne kadar açıklama yaptıysa da ben yine de bu etkinlikte hiçbir şey anlayamadım. Çünkü bu parçada neden bahsettiğini ben de diğer arkadaşlarım gibi bulmayı çok istiyorum... Bilim insanları da aynı şekilde bir şey anlayanları da oluyor, anlamayanları da [K11]

...örneğin bu tahtadakini otomobil satıcısına götürürsek, ona oku bakalım burada ne yazıyor deriz. O da hemen bu etkinliğin hava yastığı olduğunu anlar [E6]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Eldeki verilerin yorumlanabilmesi, problemin çözümüne gidilmesi için kişiler deneyim ve bilgi birikimine ihtiyaç duyar. Sadece çıplak veri problem çözmez. Problemi çözmeye çalışan kişi de önemlidir. Çünkü herkesi deneyimleri ve bilgi birikimi farklıdır [Ö]

3.2.10. Kutunun İçinde Ne Var?

Bu etkinlik 40 dakikalık bir ders saatinde tamamlanmıştır. Bu etkinlik kapsamında öğrenci gruplarına değişik renklerde kutular verilmiş ve üzerindeki küçük delikten bakarak gözlem yapmaları, kutuya dokunarak ve onu sallayarak içinde ne olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu süreçte öğrencilerin her birinin kutuları dikkatli bir şekilde inceledikleri, küçük deliklerden içine baktıkları, onları salladıkları, çıkan sesleri dinledikleri tespit edilmiştir. Bu süreçte ayrıca öğrencilerin kutunun içinde ne olduğunu belirlerken istedikleri denemeyi yapabilecekleri hatırlatılmıştır. Bu esnada öğrencilerin aşağıdaki açıklamaları yaptıkları belirlenmiştir:

—Kutunun içinde ipe bağlanmış bir adet vida, bir adet taş, metal halka, kırmızı top gördüm [K2]

—Ben kırmızı boncuk vida ve taş gördüm [E1]

—Taş, ipe bağlı demir ve top vardı, [K7]

—Bir vida, taş ve demir ve top vardır [E5]

—Cam kırığı ve küçük bir şey vardı [E6]

—Bir vida, yuvarlak top, yuvarlak somun vardı kutunun üzerine yapışmış ve birde taş vardı [E4]

—Vida, taş, kırmızı top ve halka vardı [K4]

Bu süreçte öğretmen öğrencilerin inceledikleri kutularla ilgili olarak; içinde olduğunu gördükleri şeylerdeki farklılıklara dikkat çekerek, bilimdeki araştırmaların da bir problemle –kutunun içinde ne var?- başladığını, aynı şeyin gözlenmesine rağmen farklı verilerin elde edilebileceği, bilim insanlarının da aynı olayla ilgili olarak ileri sürdükleri şeyin tıpa tıp aynı olamayacağını söylemiştir. Bununla birlikte kutunun içindeki nesnelerin tamamını görememelerine rağmen yine de tamamını çizdiklerine atıfta bulunularak bununla bilimde hayâl gücü ve yaratıcılığın rolü arasındaki ilişki tartışılmıştır.

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilimde elimizdeki verilere dayanarak bazı çıkarımlarda bulunuyoruz. Bu çıkarımları kafamızda hayâl edip yaratıcılık yeteneğimizi de katarak bazı bilgilere ulaşıyoruz. Bilimde de yaratıcılığın ve hayâl gücünün bu yönünden faydalanıyoruz [E3]

Bilim adamları da bazı çıkarımlarda bulunuyorlar. Biz de onlar gibi çıkarımda bulunarak kutunun içinde olanı tahmin ettik. Bilim insanları da çok önce yaşayan dinozorların nasıl öldüğünü çıkarımlarını kullanarak tahmin eder [E4]

Bilimde hayâl edilen şeyin üzerine cisimlerin nasıl olması gerektiği üzerine yoğunlaşılır. Eğer o cismin başka bir özelliği varsa, eldeki verilerle ispat edilebilir. Yine de tam net olmaz [K3]

Bilimde yaptığımız etkinliklerde gözlem ve çıkarımlarda bulunduk. Bilimde araştırmaların tam olarak % 100 doğru olmadığını öğrendik [E5]

Bilim insanlarının yaptığı işlerin % 100 doğru olmadığını öğrendik. Bilim insanları araştırdıkları şeyleri çıplak gözle göremedikleri için yaptıkları işlerden emin olamaz [K5]

Bu etkinlikte hayâl gücümüzü ve yaratıcılığımız kullandık...[K4]

Bilim insanları da bir şeyin içinde ne olduğunu söylerler. Fakat söyledikleri şeyin her zaman % 100 doğru olmadığını artık biliyoruz, yanlış da olabilir [K11]

Bilim adamlarının ortaya koyduğu veriler tam olarak doğru olmaz. Bilimde de hayâl gücü ve yaratıcılığın rolü büyüktür. Bilim insanları çalışmalarında hep hayâl gücü ve yaratıcılığı kullanırlar. Bu nedenle ortaya koydukları bilgilerin çoğu doğru değildir [K9]

Bir bilim insanının hayâl gücü gelişmiş olsa ellerindeki veriyi hayâl güçleri sayesinde, verinin ne olduğunu veya neye benzediğini tahmin ederler. Fakat yapılan tahmin % 100 doğru olmaz. Bilim insanları da hayâl gücü yardımıyla verilerinin ne olduğunu tahmin eder fakat yanlış da olabilirler doğru da [E1]

Bilim insanları da bir şeyler yaparken emin olmayabilirler. Biz etkinlikte yaptığımız gözlemlere bağlı olarak bir yerlere vardık ama tam doğru olduğunu düşünmüyorum [K7]

Bir kişi bilim insanı olacaksa hayâl gücünü ve yaratıcılığını kullanmak zorundadır. Bilim insanları da biz gibi aynı kutular hakkında çıkarımlarda bulunur fakat bazen ayrı şeyler çıkarabilirler [E2]

Biz de bilim insanları gibi önce gözlem yaptık sonra bunlara dayalı olarak çıkarımlarda bulunduk. Çıkarımlar yardımıyla da hayâl gücümüzü kullandık. Bilimin doğruladığı bir şey aslında % 100 doğru değildir. Biz de araştırdığımız şeyi çıplak gözle göremediğimiz için % 100 doğru diyemeyiz [K2]

Bilim insanları dinozorların varlığını fosillerle kanıtlamıştır. Fakat renklerini, dış biçimlerini, etçil mi yoksa otçul mu olduklarını ise yaratıcılık ve hayâl güçleriyle yaparlar [K1]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Bilimle uğraşanların, bilimde araştırılan durumların özünde daha çok yaklaşabilme yeteneğinde olduklarını düşünürdüm önceleri. Bu etkinliklerle benim de düşüncelerimde oldukça değişiklikler oldu. Etkinlikte olduğu gibi bilimde de tüm problemlerin çözümüne tam ulaşamaz. Ancak, belli veriler elde edilir. Bu veriler problemin çözümünde, verileri değerlendirecek kişinin yaratıcılığı sayesinde anlam kazanır. Düşünsel süreçleri yeterince gelişmemiş ya da farklı düzeylerde gelişmiş kişiler olayları (verileri) daha farklı yorumlayacaktır [Ö]

3.2.11. Yanan Mum!

Bu etkinlikte, katılımcı öğrencilerin oluşturduğu çalışma gruplarının hepsine etkinlik için ihtiyaç duydukları materyaller verilmiş ve uygulama öğretmenin rehberliğinde

grupların etkinliği adım adım uygulamaları istenmiştir. İlk olarak bütün gruplardaki öğrencilere içi su dolu beherin içinde bulunan yanan mumdan oluşan sistemde, mumun üzeri bir başka cam kapla kapatıldığında ne olacağını tahmin etmeleri ve bu tahminleri yazmaları istenmiştir. Bundan sonra olayı yaparak ne olduğunu gözlemleri, gözlemlerini ve çıkarımlarını ve ayrıca kurdukları hipotezleri yazmaları söylenmiştir. Bu yolla öğrencilerin tahmin, gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavramaları hedeflenmiştir.

Bu etkinlikte uygulama öğretmeni sınıfa yönelttiği sorularla, aldığı cevaplara karşı sorduğu ilave sorularla, bireysel ve grup tartışmalarını etkin bir şekilde kullanmasıyla araştırmaya ve incelemeye dayalı etkin bir öğrenme ortamı oluşturduğu belirlenmiştir.

Bu etkinlik kapsamında öğrencilerden kendilerine verilen çalışma kâğıtlarındaki boş yerlere; olayla ilgili tahminlerini, gözlemlerini, çıkarımlarını ve hipotezlerini yazmaları istenmiştir. Bundan sonra seçilen bazı öğrencilerin olayla ilgili yapmış oldukları tahminleri, gözlemleri ve çıkarımları sınıfla paylaşmaları için süre verilmiştir. Tablo 9 katılımcı öğrencilerin yaptıkları veya yazdıkları tahminleri, gözlemleri, çıkarımları ve hipotezleri içermektedir.

Tablo 9. Katılımcı öğrencilerin yanan mum etkinliğiyle ilgili tahmin, gözlem, çıkarım ve hipotezleri

İsim	Tahmin	Gözlem	Çıkarım	Hipotez
E1	Mum yanmaya devam edecektir.	Mum söndü ve bir miktar su cam balona doldu.	Mum, havasız kaldığından söndü.	Su boşluktaki yere doldu.
E2	Mum biraz daha yandıktan sonra sönecektir.	Mum hemen söndü ve su, mum seviyesine çıktı.	Mum havasız kaldı ve söndü.	-
K1	Su, cam balonu birazcık kaldıracak ve mum sönmeyecektir.	Mum söndü ve su, mumun ipi seviyesine kadar çıktı.	Cam balonun içindeki hava bittiği için mum söndü.	Cam balondaki hava bittiğinden mum söndü.
K2	Mumun ateşi azalacaktır.	Mum söndü ve beherin içindeki su, cam balonun içine doldu.	Mumun havasız kalması mumun sönmesine neden oldu.	Hava olmadığı için mum söner.
E3	Sudaki hava baloncuklarında oksijen olacağı için ateş yanmaya devam edecektir.	Ateş söndü, su seviyesi yükseldi, çünkü behere dışarıdan bir hava basıncı oldu ve cam balona su doldu.	<u>Havanın cam balondan boşalmış olması</u>	Ateşin sönme nedeni ve su seviyesinin yükselme nedeni
E4	Havasız kaldığı için mum sönecektir.	Mum söndü ve su yukarı doğru çıktı.	Mum havasızlıktan söndü.	Mumun sönmesi havanın olmamasından kaynaklanıyor
K3	Mum, havasızlıktan yavaş yavaş sönmeye başlayacaktır.	Mum cam balonu koyar koymaz söndü ve su yükseldi.	<u>Mumun neden söndüğü ve suyun yükselmesi</u>	Mumun sönmesi havadan kaynaklanıyor
K4	Mum ilk başta sönmeyecek, fakat sonra havasız kalıp sönecektir.	Mum söndü ve bir miktar su cam balonun içine doldu.	Mum hava olmadığından söndü.	Mumun sönmeyeceği
E5	Mum eriyecek ve su cam balona birikecektir.	Mumun söndüğünü gördüm.	Mum cam balonun içinde havasız kaldı	Hava olmadığı için mum söndü.
K5	Cam balon, beherin alt kısmına yapışacaktır.	Beherdeki suyun yarısı cam balonun içerisine girdi ve mum söndü.	Havanın basıncı aniden suyu söndürdü.	Havanın ani basıncıyla hızlanarak hem mumu söndürdü ve daha sonra cam balonları behere yapıştırdı.

(Tablo 9'un devamı)

K6	Mum sönecektir.	Mum söndü ve su cam balonun içine girdi.	Mum havasızlıktan söndü mum sönünce su da yukarı çıktı.	Mum havasızlıktan söndü.
K7	Mum sönecektir.	Mum, havasız kaldığı için söndü.	Mum hava olmadığı için söndü.	Hava olmadığı için mum söndü.
K8	Mum, açık hava basıncı almayacağından sönecektir.	Mum söndü ve su cam balona çıktı ve cam balonun içine duman girdi.	Havasız kaldığından mum söndü.	Hava olmadığı için test yapamadık.
K9	Mum sönmeyecektir.	Mum söndü ve cam balonun içine duman dolarken yarısına kadar da su çıktı.	-	Suyun yükselmesi havasızlıktan kaynaklanır.
K10	Mum sönmeyecektir.	Mum söndü ve cam balonun suyu, mumun boyuna kadar içine çektiğini gördük.	<u>Cam balonun suyu içine çekmesi</u>	Suyu cam balon içine çekti ve biz bu cam balonun içinde hava olduğunu düşündük.
K11	Mum sönmez çünkü mumu üfleyip söndürmeden mum sönmez.	Mum söndü kabın içindeki su sonradan koyduğumuz kabın içine doldu ve kabın içinde de duman doldu	Mum havasızlıktan söndü.	-
E6	Mum sönmeyecektir	Mum söndü ve su yukarı çıktı cam balonun içinde dumanlar oluştu	-	Mumun üstüne cam balon koyduğumuzda mum söner.

Katılımcı öğrencilerden hemen hemen tamamının yanan mumun sönmesinin, beherin içinde havanın kalmamasından kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bu noktada uygulama öğretmeni, beherin içinde başlangıçta hava olduğunu ve sonra tükendiğini nasıl iddia ettiklerini sormuştur. Bu yolla, “bilmenin görmekle eş anlamlı olmadığını” ve insanların göremedikleri şeyleri de bilebildiklerini kavramaları hedeflenmiştir.

— Hava olmasaydı yaşayamayız, bu kavanozun içinde hava var ki mum yanıyor!
[K4]

Yanma için mutlaka havaya ihtiyaç var mıdır? [Ö]

— Evet, Oksijene ihtiyaç var [K4]

O zaman göremediğimiz bazı şeyleri de biliyoruz öyle mi? [Ö]

— Evet. [K4]

Beherin içinde hava olduğunu nasıl söylersiniz? [Ö]

— Hava her nerede bir boşluk bulursa oraya girer [E3]

Katılımcı öğrencilerden üçünün (E3, K3 ve K10) gözledikleri olayla ilgili olarak kullanmış oldukları çıkarım ifadelerinden bu teriminin ne anlam ifade ettiğini kavrayamadıkları tespit edilmiştir. Bu öğrencilerden biri olan K3, çıkarım ve hipotezi karıştırmış ve çıkarımı hipotez yerine kullanmıştır. İki öğrenci ise (E6 ve K9) inceledikleri olayla ilgili herhangi bir çıkarımda bulunmamıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin büyük bir kısmının (12 kişi) bu etkinlikte, gözlem ve çıkarım arasındaki esas farkı kavradıkları tespit edilmiştir.

Öğretmen, katılımcı öğrencilerin bu etkinliğin bilimsel bir araştırmayı nasıl temsil ettiğini kavramaları için, hangi bilimsel süreçlerin takip edildiğini sormuş ve açıklamalarını istemiştir:

— İlk önce hiçbir gözlem yapmadan bir tahminde bulunduk [E1]

Ortada yine ne vardı? [Ö]

— Bir sorun [E1]

Bilimde ona “problem” denir. [Ö]

—Bu problemi çözmek için bir tahminde bulunduk, sonra tahminimizin doğru olup olmadığını görmek için sonra gözlemler yaptık, çıkarımlarda bulunduk ve gözlemlerimize, çıkarımlarımıza ve elde ettiğimiz verilere bağlı olarak bir hipotez kurduk. [E1]

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bilimsel bilgiye ulaşabilmek için ilk önce ortada bir problemin olması gerekir. Hiçbir gözlem olmadan bir tahminde bulunduk. Tahminimizin doğru olup olmadığını anlamak için gözlem yaptık. Bu gözlemlere dayalı olarak ve önceden bir bilgimizin olmasıyla bir çıkarım yaptık. Gözlemlere dayalı olarak hipotez kurduk çıkarım

önceden bir bilgiye dayalı olarak kurulur. Fakat gözlem tahminimizin doğru olup olmadığını anlamak için uygulanır [E1]

Bence gözlemle çıkarım arasında fark yoktur. Bu etkinlikten gözlemin, tahminin, çıkarımın ve hipotezin önemli olduğunu öğrendik. Bilim insanları da bizim gibidir. Önce o konu hakkında tahminde bulunurlar, sonra gözlem yaparlar ve çıkarımda bulunurlar ve hipotezler kurarlar [E2]

Gözlem bir sorunun özelliklerini izlemek, çıkarım hiçbir gözleme dayanmadan ortaya atılan düşünce. Bilim insanları; önce gözlem, çıkarım hipotez ve testi sırasıyla yapar. Bunlar birbirlerinden ayrılamaz [K1]

Bu etkinlik boyunca gözlem ve çıkarım arasındaki farkları öğrendik. Gözlemin, sorun üzerinde yaptığımız araştırmalar olduğunu, çıkarımın ise gözleme dayalı ve önceki bilgilerden yararlanılarak yapıldığını öğrendik. Bu etkinlik boyunca, ilk önce tahminde bulunduk sonra gözlem yaptık. Gözlemlerden ve önceki bilgilerimizden yararlanarak çıkarımlar elde ettik. En son olarak da hipotezler kurduk [K2]

Gözlemlerimle, çıkarımlarım arasında fark var. Çünkü gözlemler; sorunu, problemi çözmek için yaptığımız deneyler. Çıkarım ise tahmine yakın bazı düşüncelerdir. Çıkarım ve gözlem arasında çok fark olduğunu anlıyoruz. Önce tahmin yürütüp sonra gözlem yapıp daha sonra çıkarımda bulunup en sonunda da hipotez kurup bilgiye ulaştık [E3]

Tabi ki de gözlem ve çıkarım arasında fark vardır. Gözlem tam olarak emin olduğumuz şeylere denir. Çıkarım ise tam olarak emin olmadığımız ve yanlış olan şeydir. Bilimsel bilgi en ilk; tahmin, sonra; gözlem, çıkarım, hipotez ve bunları test ederek oluşur [E4]

Gözlem bir cisim hakkında görülen şeyler. Çıkarım ve gözlem arasında fark vardır. Çıkarım hayat yaşamımıza da bağlıdır. Bilim adamları da çevresinde bulunan cisimlerden yola çıkarlar gözlemlerini çok dikkatli bir şekilde yaparlar [K3]

Gözlem ve çıkarım arasında fark, gözlem bir şeyleri izlemek çıkarım ise problem sonucunda bulunan, söylenen söz. [K4]

Bu etkinlikte gözlemin gördüğümüz olayı aktarmak olduğunu, çıkarımın ise hipoteze bağlı olduğunu öğrendik. Gözlem yaparken gördüklerimizi ve bilgilerimizi sunuyoruz. Çıkarım yaparken ise biraz tahmin ediyoruz ve bu elimizdeki bilgileri sunmayı öğrendik. Hipotez kurmayı öğrendik. Önce tahmin yapmayı sonra gözlem, çıkarım ve hipotez kurmayı öğrendim [E5]

Bilimsel bir bilgiye ulaşmak için önce tahmin, gözlem, çıkarım ve hipotezlere dayanarak bazı sonuçlara ulaşabiliriz ve tahminlerimiz doğru da olmayabilir [K5]

Gözlem ve çıkarım arasında bir fark vardır. Gözlemlerimiz yani tahmin sonucu olarak gözlem ortaya çıktı. Gözlem sonucu olarak da çıkarım elde ettik. Yani bilimde de bizim gibi tahmin, gözlem, çıkarım yapılır [K6]

Bu etkinlikten gözlem yaparak yola çıktık. Tahmin yaptık. Bazılarımızın ki doğru çıktı. Mumu inceledik. Yani gözlemledik. Herkesin tahmini değişti, fikirleri de değişti. Bilim adamları da değişik düşüncelere sahiptir [K7]

Gözlem ve çıkarım arasında bir fark var. Bu fark çıkarım sonuç, gözlem ise gözlediğimiz bir şey. Bilim ve bilimsel bilgi hakkında düşünceler öğrendik. Bunun sonucu bilim ve bilimsel bilgi çok farklıdır. Bilim insanları da bizim gibi bulabiliyor [K8]

Her zaman olduğu gibi, gözlem ve çıkarımlar çok farklıydı. Hepimizin gözlemleri aynıydı ama çıkarımlarımız farklıydı. Bunun için her insan yaptığı gözlemlere bakarak çıkarımda bulunduk. Çıkarımlarımızı da gözlemlere dayanarak yaptık. Tahminlerimizi gözlemlerimizi ve çıkarımları bir araya topladığımızda farklı hipotezler elde ettik. Çıkarım ve gözlem arasında büyük fark var [K9]

Biz bu etkinlik boyunca mumun sönmeyeceğini düşünmüştük ama mum söndü ve cam balon suyu içine çekti. Tahminlerimizi, gözlemlerimizi, çıkarımlarımızı ve hipotezlerimizi ortaya koyduk ve bilim adamları da bizim gibi gözlemler, tahminler, çıkarımlar ve hipotezler ortaya dökerek bir şeylerin sonucunu bulur [K10]

Ben bu etkinlikte birçok şey anladım. Çıkarımla gözlem bence aynıdır. Bilim adamları da bizim gibi yapıyor olabilir [K11]

İlk önce beher, mum ve cam balon vardı. Beherin içine mumu koyduk ve sonra da cam balonu koyar koymaz mum söndü ve sonra su yükseldi... [E6]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtımlarına aşağıda yer verilmiştir:

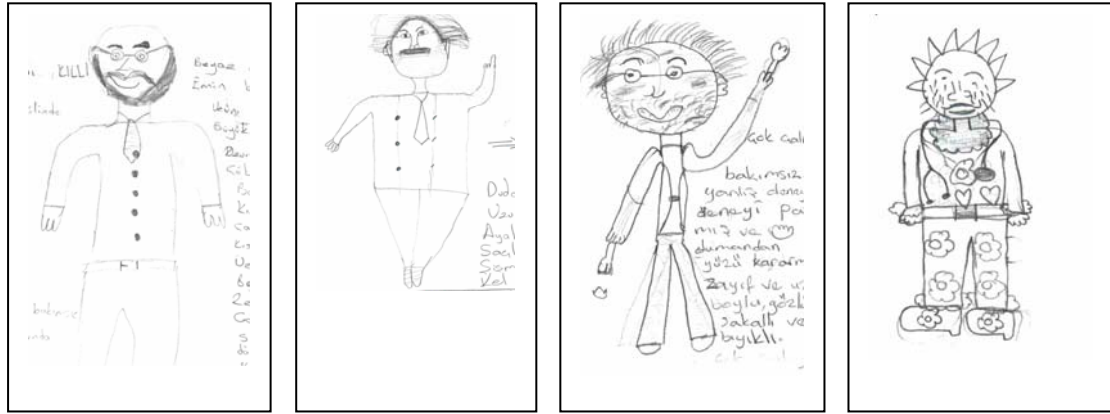
Olayı gözlediler ve ilgili çıkarımlarda bulundular. Fakat gözlem-çıkarım farkını en iyi anlatan etkinlik bence izler etkinliği idi. Fakat burada işin içine deney de girdi. Etkinlikte görülemeyen ama önceki bilgilerinden çıkardıkları bir unsur da havanın varlığından bahsetmeleriydi. Bu durum onlara bazı şeylerden bahsetmek için onu doğrudan görmek gerekmediğini de anlatmış oldu [Ö]

3.2.12. Bilim İnsanı Resmi!

Bu etkinlikte, katılımcı öğrencilerden birer bilim insanı resmi çizmeleri ve çizdikleri bu resimleri sınıf arkadaşlarına tanıtmaları istenmiştir. Bu sunumlarda, öğrenciler, sınıfın önüne çıkarak, hem çizdikleri resimleri arkadaşlarına göstermişler hem de kendi bilim insanlarında olduğunu düşündükleri ve çizimlerinde vurguladıkları özellikleri ayrıntılı olarak açıklamıştır. Bu noktada sınıftaki diğer öğrencilerin, arkadaşlarının kendi resimlerinde tanıttığı özelliklerin tamamını çalışma kâğıtlarına kaydetmeleri istenmiştir.

Her bir katılımcı öğrencinin çizdiği bilim insanı resmi aşağıda verilmiş ve hemen sonra ise öğrencilerin kendi bilim insanlarında vurguladığı özelliklerin tümü Tablo 10'da sunulmuştur:

Katılımcı öğrencilerin çizmiş olduğu ilk bilim insanı resimleri aşağıda sunulmuştur:



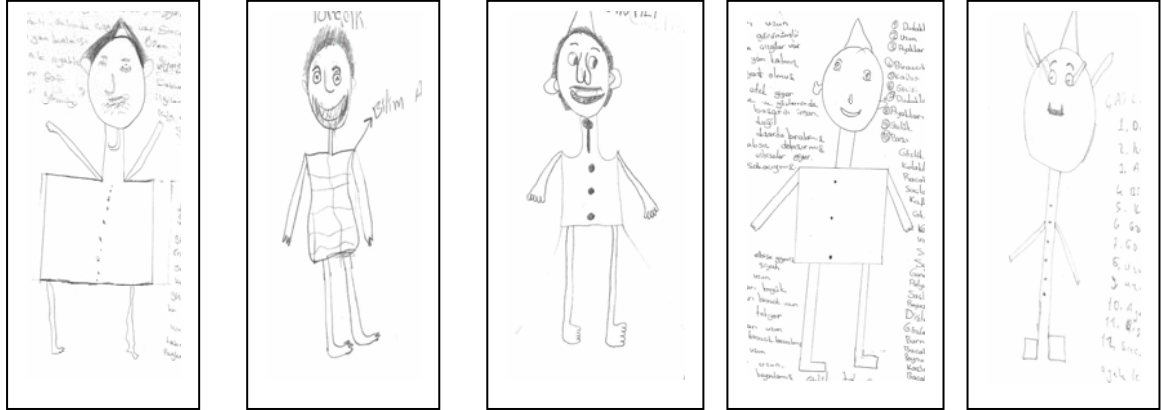
E1'in, E2'nini, K1'in ve K2'nin Çizdiği İlk Bilim İnsanı Resimleri



E3'ün, E4'ün, K3'ün ve K4'ün Çizdiği İlk Bilim İnsanı Resimleri



E5'in, K5'in, K6'nın ve K7'nin Çizdiği İlk Bilim İnsanı Resimleri



K8'in, K9'un, K10'un, K11'in ve E6'nın Çizdiği İlk Bilim İnsanı Resimleri

Tablo 10'da, katılımcı öğrencilerin çizdikleri resimlerde bilim insanlarına yükledikleri özelliklerin dağılımı sunulmuştur:

Tablo 10. Katılımcı öğrencilerin bilim insanına yükledikleri özelliklerin dağılımı

İsim	Bacakları V şeklinde uzun, normal, kısa, düz	Dudakları küçük, büyük veya güçlü	Kel	Kulakları uzun, ince veya sivri	Kilolu	Gözlüklü	Kadın	Erkek	Saçlı ve saçları dağınık	Kravatlı	Bacakları normal	Başı büyük	Bakımsız	Uzun boylu	Zayıf	Saçları dikilmiş	Sakallı ve /veya bıyıklı	Takım elbiseli	Çatlak ama mantıklı düşünce	Garip giyinen	Kendinden emin	Beyaz Önlüklü	Dişleri uzun	Çatık kaşlı	Gözleri büyük veya şaşlı	Zeki, çalışkan ve düzenli	Gözleri içine çöktük	Şapkalı
E1			X			X		X									X				X	X						
E2		X						X								X	X	X										
K1						X		X				X	X	X	X		X	X										
K2								X								X	X		X	X								
E3								X	X								X		X	X								
E4								X									X			X					X			
K3						X	X																			X		
K4			X			X		X									X					X				X		
E5				X	X			X	X		X																	
K5	X					X		X	X																			
K6	X	X	X	X				X																				
K7		X	X		X	X		X																				
K8	X			X			X																X					X
K9	X			X				X						X	X	X							X		X			
K10				X				X		X							X						X				X	X
K11	X	X	X					X																				X
E6	X	X		X		X		X																				
Toplam	6	5	5	6	2	7	2	15	3	1	1	1	1	2	2	3	7	1	2	3	1	2	2	1	2	2	1	3

Bu etkinlik kapsamında katılımcı öğrencilerin tümü bilim insanlarını tanıttıktan sonra, uygulama öğretmeni ve öğrencilerden bazıları arasında aşağıdaki gibi birtakım diyaloglar yaşanmıştır:

Bu açıkladığınız özellikleri nasıl ve nereden biliyorsunuz? [Ö]

—Tahmin ettim [K10]

— Bir filmde görmüştüm, çiçekli elbiseleri ise kafamdan çizdim [E4]

— Televizyondan gördüm ve burada yaptığımız deneyden akıllı olabileceklerini düşündüm. [K4]

— Erkek olabileceklerini duymuştum, fakat eğer bayan olursa daha titiz olacaklarını düşündüm [K3]

— Televizyonda gördüm ve buradaki etkinliklerden faydalanarak çizdim.[K9]

— Hayâl gücümüzü kullanarak ve televizyonda izlediğimiz dizilerden çizdim.[K5]

— Yaratıcılığımı ve derslerde öğrendiklerimi kullandım [K1]

Bundan sonra uygulama öğretmeni, öğrencilere, bilim insanlarına ait gerçek resimleri içeren dergileri vermiş ve onları inceleyerek bilim insanlarına ait olan doğru özellikleri kaydetmelerini istemiştir. Bu süreçte verilen dergilerin tümü öğrencilerce değiştirilerek incelenmiştir. Bu esnada öğrenciler ile öğretmen arasında geçen diyalogdan kısa bir alıntı aşağıda verilmiştir:

Bilim insanlarının özellikleriyle ilgili olarak ilk yazdıkların ile son yazdıkların arasında ne fark vardır? [Ö]

— Saçlarının arkaya doğru olduğunu fark ettim [K7]

— İlk başta hepimiz genelde komik ve hayâl gücüne dayalı; enteresan ve ilginç şeyler yazmıştık. Fakat resimlere baktığımızda [bilim insanlarının] daha ciddi, temiz ve düzenli olduklarını gördük [K2]

Yani bilim insanları hakkındaki ilk görüşleriniz doğrumuymuş, incelediğiniz fotoğraflarla karşılaştırdığınızda ne düşünüyorsunuz?

— İncelediğimiz fotoğraflarda genellikle düzgün kıyafetler giymişler ve bizim çizdiğimiz gibi yüzlerinde karartılar da yok ve genellikle sakal bırakmamışlar [E1]

Bir bilim insanını normal bir insandan ayırt edebilir misiniz? Veya bakarak anlayabilir misiniz? Nasıl? [Ö]

— Bilim insanı biraz daha kendinden emin olur [E1]

İki tane fotoğraf göstersem, hangisinin bilim insanı olduğunu anlayabilir misin?

Neden? [Ö]

— Bir defasında elimdeki bir bilim çocuk dergisine baktım fakat bir sayfasında bir bilim insanı resminin olduğunu asla anlayamadım [K4]

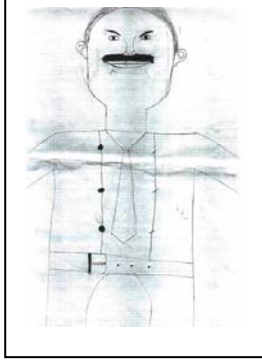
Neden?

— Çünkü aynen bizim gibi olduğundan [K4]

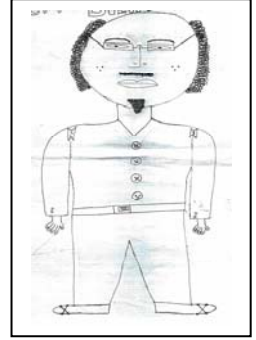
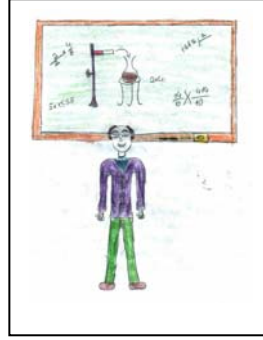
— Bilim adamları da bizler gibi giyinen, araştırma yapan, etkinlikler yapan özelliklere sahipler [K3]

Bu etkinliğin ikinci aşaması için katılımcı öğrencilerden; ilk derste yapılan açıklamalara, sunumlara, incelemelere ve tartışmalara bağlı olarak, bir bilim insanında olduğunu düşündükleri gerçek özellikleri içerecek şekilde yeni birer bilim insanı resmi çizmeleri ve ayrıca, kendilerini bilim insanı olmaya teşvik etmek bağlamında “neden bir bilim insanı olmak istedikleri” konulu bir yazı yazmaları ev ödevi olarak verilmiştir. Bu yazıların ve çizimlerin tümü bir sonraki hafta, ders öğretmeni tarafından toplanmıştır.

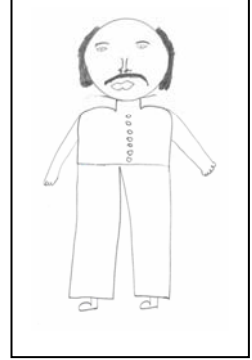
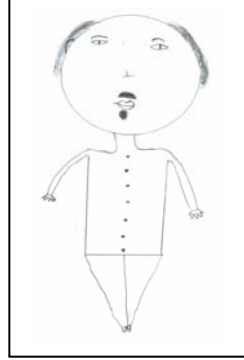
Bu bilim insanı çizimlerine bakıldığında ve etkinliğin ilk saatinde tamamlananlarla karşılaştırıldığında, daha düzgün ve gerçeğe yakın oldukları ortaya çıkmıştır. Etkinliğin ikinci aşamasında öğrencilerin çizdikleri son bilim insanı resimlerine aşağıda yer verilmiştir.



E1'in, E2'nin, K1'in ve K2'nin Çizdiği Son Bilim İnsanı Resimleri



E3'ün, E4'ün, K3'ün ve K4'ün Çizdiği Son Bilim İnsanı Resimleri



E5'in, K5'in, K6'nın ve K7'nin Çizdiği Son Bilim İnsanı Resimleri



K8'in, K9'un, K10'un ve K11'in Çizdiği Son Bilim İnsanı Resimleri

Katılımcı öğrencilerin tümü neden bir bilim insanı olabileceklerini ve bir bilim insanında olduğunu düşündükleri hangi özelliklerin kendilerinde de bulunduğunu düşündüklerini detaylı bir şekilde yazmışlardır.

Bu noktada öğrencilerin yazılarında vurguladıkları noktalara dikkat çekmek için ev ödevi olarak hazırlayıp teslim ettikleri yazılarda kullandıkları ifadelerden doğrudan aktarmalar aşağıda yapılmıştır:

... Bir kişinin bilim insanı olabilmesi için hayâl gücü ve yaratıcılığı gelişmiş olmalıdır. Bilim insanı olmak için bazı aşamalar vardır. Biz bu aşamaların çoğundan geçtik. Bir bilim insanının bilimsel bilgiye ulaşabilmek için bir probleme ihtiyacı vardır. Sonra bu probleme bağlı olarak bir tahminde bulunurlar. Tahminin doğruluğunu anlamak için bir gözlem yaparlar. Gözlemin sonucu hakkında önceden bir bilgi sahibi ise gözlemin sonucu doğrultusunda bir çıkarım yaparlar. Gözlemler ayrıca verilerdir. Gözlem ve veriler doğrultusunda bir hipotez kurulur. Hipotez yanlış ise tekrar bir hipotez kurarlar. Gözlemleri sürdürürler. İşte biz bunların hepsini öğrendik. Biz bir bilim insanı olabiliriz. Bazılarımız bir bilim insanı olmak isteyebilir. Çünkü bir bilim insanının bilmesi gereken en temel şeyleri biliyoruz [E1]

Zeki, çalışkan, düzenli ve titiz olursak bilim insanı olabiliriz. Bunların yanı sıra, yaratıcı olursak ve hayâl gücümüzü kullanabiliyorsak, deneyler ve gözlemler yapabiliyorsak, bu deney ve gözlemlerde başarılı olabiliyorsak, başkalarıyla çalışırken birbirimize saygılı olursak, eğer hipotezlerimiz kötü değilse, gördüğümüz bir şeyden anlam çıkarabiliyorsak bilim insanı olabiliriz [E2]

Bir bilim insanı olabilmem için bir bilim adamında bulunan özelliklere sahip olmam lazım: bilim insanları dikkatli, düzenli, zeki, bilimle ilgili şeylere ilgi duyma, bilimi seven, çok bilgili, hayâl güçleri ve yaratıcılıkları çok gelişmiş kişiler... Dikkatli olmalıyım deney ve gözlemlerimin güzel olması için, düzenli olmalıyım deneylerimde, gözlemlerimde, sonucumda bir sorun çıkmaması için, bilim hakkında her şeye ilgi duymalıyım daha iyi ve güzel sonuçlar alabilmek için. Bilimde hayâl gücü ve yaratıcılık önemli olduğu için bunlara da sahip olmam lazım [K1]

Biz de bilim insanı olabiliriz. Biz de 2,5 aydan beri bilim insanlarının bildiği temel kavramları biliyoruz. Bu öğrendiğimiz şeylerle sorunları çözmeyi öğrendik. Bilim adamları gibi gözlem yapmayı, çıkarım yapmayı hipotez kurup test etmeyi öğrendik. Bilim insanı olmanın temellerini öğrendiğimiz için bilim insanı olabiliriz. Ayrıca bilim insanı olmak için bilim insanlarının genel özelliklerini öğrendik. Bunlar bizim birer bilim insanı olmamız için yeterli [K2]

Kafamdaki problemleri ve doğadaki çözülmemiş birçok sorunu çözmek için bilim insanı olmayı tercih ederim [E3]

Bir bilim insanı olmak kolay değil. Bilim insanı olmak isterim... Bizim fen öğretmenimizle yaptığımız etkinlikler belki de bilim insanlarının hayatını öğrendik.

Yaptığımız etkinliklerde gözlemin, verilerin, çıkarımın, hipotezin ve bunları test etmeyi öğrendik. İşte biz de bilimin ne olduğunu daha iyi anlıyoruz. Bir bilim insanı olsam insanlara çok güzel ve yararlı olan şeyleri sunmaya çalışırım. Dinozorların nasıl öldüğünü araştırırım. İnsanların merak ettikleri şeyleri araştırarak açıklamaya çalışırım [E4]

Bilim insanının bizlerden hiçbir farkı yok. Sadece onlardan farkımız; onların zeki, pratik düşünen, düşündüren kişilikleri var. Bizler de bilim adamlarının hırsı ile çalışarak hayatta her yeri düzeni görerek ve bunların hepsini hayatımıza bağlarsak bizler de bilim insanı olabiliriz. Eğer hayatla mücadele etmeyip bize düşmez bilim adamlığı diye bir yorum ortaya koyulursa işte bu yorumun tersine gitmeliyiz. Herkesin kendine göre bir kapasitesi var. Benim hayâllerim olmasa hiçbir şey olamam, eğer ki olursam belki bilim insanı olabilirim [K3]

Bence ilerde bilim adamı olabiliriz. Çünkü 2,5 aydan beri çalışıyoruz. Az çok bilim hakkında bilgi edindik. İlerde bilim adamı olursak daha çok bilgi sahibi olabiliriz. Biz aslında bilim adamı olduk. Ülkemizin küçük sevimli bilim adamlarıyız [K4]

Bir bilim insanı küçüklüğünden beri çalışmalar yapmış kendi başına çalışıp bir şeyler üretmeye çalışmış. Bilimle ilgilenip bu konuya kafa yormuş. Hipotezler kurmuş, deneyler yapmış, gözlem ve çıkarımlar yaparak bilime olan merakını ispat etmiş. Hep doğru tahminler yürütmese de her zaman gerçeği ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Deneyleri doğru sonuçlar verse de vermese de her zaman gözlem ve deneylerinde dikkatleri çeken bir bilim insanı olmuştur [E5]

İlerde bir bilim insanı olabiliriz. Fakat bir bilim insanı olmadan önce yetenekli, fazla bilgi sahibi olmak gerekir. Bunları göze alarak deneyimlerimizle kurduğumuz hipotezlerle biraz bilgi toplamamız lazım. Bu nedenle açık bir şekilde bilgi sahibi olmamız lazım. Bunları yaparak araştırmalara sonucunda ilerde veya gelecekte bir bilim insanı olabiliriz [K5]

Ülkemize yararlı olabilmek için bilim adamı olabiliriz. Bazı arkadaşlarımız bilimle ilgili çok şey bilmektedir. Bunlardan bazıları iyi çalışıp bilim dalını kazanırlarsa bilim adamı olabilirler [K6]

Biz de ilerde bir bilim insanı olabiliriz. Ben de bilim insanı olabilirim. Çünkü bazı canlı ve cansız varlıkların üzerinde deney yapmak ve birçok sorunun cevabını bulmak için bilim insanı olmak istiyorum [K7]

İyi bir bilim adamı olabilmem için okumam lazım. Bilim insanı olabilmemnin nedeni ise tüm dünyaya adımın duyulması ünlü bir kişi olmamdır. İyi bir bilim insanının özellikleri ise iyi, dürüst, güvenilir olmasıdır. Onlar da bizler gibi düzgün insandır. Bilim insanlarının yaşı, cinsiyeti ve ırkı önemli değildir. Her insan bir bilim insanı olabilir. Ancak, kendi çıkarım ve gözlemlerine dayalı bilim ve bilimsel bilgiler ortaya koyar. Her bilim insanı bir erkek ya da bir kadın olabilir. Ben de her bilim insanı gibi bir bilim insanı olmak isterim. Bunun için okumam lazım ve ben artık okumaya karar verdim [K8]

Ben bilim insanları gibi toplulukta çalışmayı sevdiğim için ve çelişkilere dayalı soruları sevdiğim için bilim adamı olmayı istiyorum. Hiç boş durmadan hep ortaya bir şeyler sunardım. Gözlem yapmayı, hipotez kurmayı çok sevdiğim için bilim adamı olmak isterim. Tüm dünyaya adımın duyulması, insanlarla daha iyi ilişkiler kurmak için bilim adamı olurdum. Bilim adamlarının tüm dünyaya zararından çok yararı vardır. Fakat ben bir bilim adamı olursam belki bilim adamları görüp onlarla çalışırdım. Çünkü bilim adamı olmayı çok istiyorum! [K9]

Bilim; insanın yetenekli gözlemleriyle ilgili araştırmaya denir. Biz de bunları göze alıp yaparsak belki ilerde bilim adamı olabiliriz. Bilim adamı olmak çok iyi çünkü bir sürü bilgi öğreniyoruz. Biz de ilerde bir bilim adamı olabiliriz [K10]

Bilim adamları genellikle yalnız çalışır. Ben de yalnız çalışmayı çok seviyorum. Ben bilim adamı olmayı çok isterim. Derslere daha iyi çalışarak dersleri anlamaya çalışır ve öğretmenlerin sordukları sorulara cevap verirsem dersler hakkında yorumlar yaparsam, hipotezler kurarsam, gözlemlerimi yaparak bilim adamı olabilirim. Bilim adamlarının yaptıkları gibi ben de bir şekil yaparım. O şekil hakkında önce incelemeler yaparım. Daha sonra gözlemler yaparım. Daha sonra hipotezler yaparım, onları test ederim, sonra da sonuç bölümünü yaparım. Bu şekilde bilim adamı olabilirim. Sürekli ortaya yeni bilgiler toplayıp piyasaya sürerim. Doğru olmasa bir daha yaparım. Bu şekilde öğrenirim. Bilim adamı olmak için bol bol kitap okuyarak bilgimi arttırırım. En sonunda da bilim adamı olmayı başarırım. [K11]

Bu etkinlik sonunda öğrencilerin yazılarında bulunan yansıtmalardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Bir bilim insanını çıkarımlar yaparak çizdik. Fakat sonradan resimlerine baktığımız bilim insanları bizim çizdiğimizden çok farklı, biz yaratıcılıkla çizdik. Resimlerine baktığımızda çok fark var [E1]

Bizim düşündüğümüz bilim adamı hakkındaki şeylerin bazıları doğru bazıları yanlış çıktı. Bu etkinlikten herkesin bilim adamı olabileceğini ve erkek ya da kadın bakımlı ve titiz olması lazım eğer bilim adamı olacaksa [E2]

Bilim insanları da diğer insanlar gibi normal görünüşlü ve diğer insanların giydiği giysileri giyiyorlar ve dış görünüşleri bütün insanlar gibi. Ama onları diğer insanlardan akılları, disiplinli çalışmaları ayırır [K1]

Etkinlik boyunca, bilim insanlarının görünüşleri hakkında bilgi edindim. Bilim insanlarının dikkatli temiz, düzenli olduklarını, çalışkan, sorumluluk sahibi olduklarını öğrendim [K2]

Bir bilim insanının her zaman akıllı düzenli olacağını düşünmemeliyiz. Çünkü işine fazla önem verip düzenine çok bakmaz. Yaptığı deneylerde her zaman başarılı olamaz. Belki de çok düşündüğünde saçları dökülmüş olabilir. Bir bilim insanıyla bizim aramızda pek fark yoktur [E3]

Bilim insanları genellikle gözlüklü, saçları dökük, herkesin kendi özellikleri var. Bu etkinlikte bilim insanlarının nasıl olduğunu öğrendim... [E4]

Bu etkinlik bize bilim insanlarının nasıl olması gerektiğini anlattı. Biz arkadaşlarla birlikte bilgilerimizi birleştirerek nasılsa bilim insanları bizim veya hayvanların bitkilerin yaşam tarzlarını inceliyorsa bizler de onları inceledik [K3]

Bu etkinlikler bana bilim adamlarının nasıl olduğunu öğretti. Söylediğim, çizdiğim bilim adamının yarısından çoğu doğru çıktı ama yanlış yaptığım yerler de oldu. Bence yaşımıza göre bir insanın bu deneyler sonucu hayatını öğrendik. Bu deneyler olmasaydı belki de hayatımız boyunca öğrenemeyecektik. Bu deneylerde bilim adamlarını öğrendik [K4]

Bu etkinlikte bilim insanı oluşturmayı, bilim insanının özelliklerini yapmayı öğrendik. Herkesin kolay kolay bilim insanı olamayacağını öğrendik. Gerçeğe dayalı bir bilim insanıyla ve hayâl gücümüzle çizdiğimiz bilim adamının aynı olup olmadığını ve özelliklerinin aynı olmadığını öğrendim [E5]

Bilim insanlarının temiz ve düzenli olduğunu bazılarının gözlük taktığını bazılarının bıyıklı olduğunu ve bir de hepsinin deney yaparken önlük giydiklerini, saçlarının olduğunu öğrendik. Bilim insanının genelde gözlüklü olduğunu ve önlük giyindiğini gördüm, takım elbise de giyiniyorlar. Saçları da var ve bazılarının bıyıklı bazılarında ise bıyıksız olduğunu gördük [K5]

Bir bilim adamının birçok değişik yönü vardır. Biz hayâlimizde düzensiz ve birçok şey yazmıştık. Bir bilim adamını görünce değişik olduğunu anladık ve düzenli bir bilim adamıydı [K6]

Bu etkinlik boyunca bilim insanlarının ne kadar özelliğe sahip olduğunu öğrendim. Bilim adamlarının hepsi birbiriyle aynı olamaz. Arkadaşlarımız başka başka fikirlere sahip. Bunların bazıları doğru bazıları ise hatalıydı! [K7]

Bilim insanları da bizim gibi giyiyorlar. Bizim gibi gözleri aynı, kaşları, onlar da bizim gibi insan. Bilim insanları da bizim gibi zekâlı fikirlerini ve düşüncelerini yazar. Bilim insanları da bizim gibi deneyler, araştırmalar yapar. Bilim de bizi gibi düşünce ve fikirleri ortaya koyar [K8]

Her bilim adamı birer insan, hiç birinin komik ve alay edecek bir insan değil. Onlar da bizim gibi, ağzı, burnu, kolları ve bacakları normal. Öğrendiğim şey; bir bilim adamı ile diğer insanların arasında fark yok [K9]

Bilim insanlarının düzenli, temiz, hem erkek hem de bayan olduklarını öğrendik. Bazılarının gözlüklü bazılarının gözlüksüz olması, genellikle serbest kıyafetli olmasını ve bilim adamlarının ciddi olduklarını, bazılarının saçlarının kel ve bazılarının ise saçlı olduğunu öğrendik [K10]

Bu etkinlikte birçok şey öğrendim. Bilim adamlarının özelliklerinden bir kısmını öğrendim ve bilim adamlarından birkaç kişinin resmini öğretmenimiz bize gösterdi. Demek ki bilim adamlarının özellikleri varmış. Genellikle bilim adamlarının erkek olduğunu öğrendim. Bilim adamı kadın da olabilir. Ama çoğu erkektir [K11]

Bu etkinlik bize bilim insanlarının nasıl olduğunu anlatıyor, yüzlerinin... olması, beyaz elbise giymesi. Ve sonra da onların ne kadar çok çalıştığını öğrendik [E6]

Bu etkinlik için öğretmenin yansıtmasına aşağıda yer verilmiştir:

Aslında öğrenmeleri gereken şey bilim insanlarının da normal birer insan olduğuydu. Fakat bunu pek dile getiren olmadı. Çizdikleri resimler hedefe ulaşıldığını gösteriyor. Fakat etkinlikle ilgili olarak, yazılarında bu durumdan bahseden sayıca bir veya iki kişi. Bilim insanlarının bayan da olabileceğini çok iyi kavradılar... [Ö]

3.3. Etkinlikler Uygulandıktan Sonra Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Bulgular

Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra katılımcı öğrencilerin ve uygulama öğretmeninin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu düşüncelerde meydana gelen değişimleri ortaya çıkarmak için, mevcut araştırma kapsamında daha önce kendileriyle yapılan anket ve mülakat çalışmaları tekrarlanmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin bilimsel bilginin doğasıyla ilgili anlamalarındaki değişimi ortaya çıkarmak için bilimsel bilgi anketi ve fenne yönelik tutumlarındaki değişimi değerlendirmek için ise tutum anketi, öğretim etkinliklerinin uygulanması tamamlandıktan bir hafta sonra ikinci kez uygulanmıştır. Bu ölçme araçlarından elde edilen verilerin her biri ayrı ayrı analiz edilerek aşağıda sunulmuştur:

3.3.1. Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Son Düşünceleri

Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kazandıkları yeni kavramları değerlendirmek için son anket ve mülakat çalışmaları yapılmıştır. Bunlara bağlı olarak, bilimin doğasının dört temel unsurunu içeren son öğrenci profilleri çıkarılmış ve Tablo 11’de verilmiştir. Tablo 12’de ise; öğrencilerin bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili düşüncelerinin dağılımı frekans ve % değerleriyle birlikte sunulmuştur.

Tablo 11. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşünceleri

Katılımcıların İsimleri		Bilimin Kesin Olmayan Doğası			Gözlem veya Çıkarım			Bilimin Deneysel Doğası			Bilimin Yaratıcı ve Hayâlcî Doğası		
		Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken	Yeterli	Zayıf	Değişken
1	E1	X			X			X			X		
	E2	X			X			X			X		
	K1	X			X			X			X		
	K2	X			X			X			X		
2	E3	X			X			X			X		
	E4	X			X			X			X		
	K3	X			X			X			X		
	K4	X			X			X			X		
3	E5	X			X			X			X		
	K5	X				X		X			X		
	K6	X			X			X			X		
	K7	X			X			X			X		
4	K8	X			X			X			X		
	K9		X		X			X			X		
	K10	X				X			X			X	
	K11		X			X			X		X		
	E6		X			X			X		X		

K: Kız E: Erkek

Tablo 12. Bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin son düşüncelerinin dağılımı

Katılımcı N:17	Bilimin Kesin Olmayan Doğası		Gözlem veya Çıkarım		Bilimin Deneysel Doğası		Bilimin Yaratıcı ve Hayâlcî Doğası	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Yeterli	14	82	13	76	14	82	16	94
Zayıf	3	18	4	14	3	18	1	6
Değişken	-		-		-		-	

Tablo 12; öğrencilerin, bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra, bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili kavramlarında önemli değişimlerin olduğunu ortaya koymaktadır. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanmasından sonra, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramların tespit edilmesi amacıyla, kendileriyle yürütülen anket ve yarı yapılandırılmış mülâkat çalışmalarında değişik bir bulgu tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda katılımcı öğrenciler, dinazorlarla ilgili sorulara verilen cevaplarla karşılaştırıldığında, maddenin atomik doğasıyla ilgili sorulara verdikleri cevaplarda bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili betimledikleri kavramlarda daha “yeterli” düşünceler ortaya koymuşlardır. Bundan sonraki paragraflarda, öğrencilerin bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları düşüncelerde ortaya çıkan belirgin değişimler üzerinde durulmuştur.

a) Bilimin Kesin Olmayan Doğası

Bu araştırmanın başlangıcında öğrencilerin % 12’si bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahipken, bu oran etkinlikler uygulandıktan sonra % 82’ye çıkmıştır. Katılımcı öğrencilerin son anket ve mülâkat sorularına vermiş oldukları cevaplardan; ders kitaplarındaki bilimsel bilgilerin aşağıdaki sebeplerle değişebileceğini düşündükleri tespit edilmiştir:

...bilim her gün yeni gelişmelerle karşımıza çıkmaktadır. Bilim insanlarının yeni deliller bulmasıyla eski sonuçlar değişebilir [K2]

Zamanla daha yeni bilgiler edinebiliriz ve eldeki bilgiler yenilenebilir [K7]

...düşüncelerimiz değiştiği için zaman geçtikçe bilgiler de değişir [K4]

Bilim insanlarının yaptığı deneyler, gözlemler değişeceği için bilimsel bilgiler de değişir [K5]

İnsan her zaman aynı akılda kalmaz, zamanla düşünceleri değişir, hayatın içinde yaşadıkça yeni şeyler öğrenir [K3]

Bilim insanları bazı bilgileri tam olarak çözemez. Başka bilim insanları zamanla daha akla uygun şeyler söyleyebilir [E3]

Bilim insanları bilimsel bilgileri asla tam olarak bilemez, hayâl gücünü ve yaratıcılıklarını kullanarak olayı çözerler [E1]

Hayır her zaman bilim insanlarının araştırdığı sonuçlar % 100 doğru olmayabilir. İncelenen şey kesin değildir [E5]

Katılımcı öğrencilerin % 23'ünün, atomun yapısıyla ilgili ankette yer alan soruya verdikleri cevapların analizinden; bilimsel bilgilerin yeni deliller ortaya çıkması durumunda değişebileceğini ifade etmeye başladıkları tespit edilmiştir.

Bu model zamanla daha farklı bilgilerin ortaya çıkması durumunda değişebilir [K1]

Bazı bilim insanları daha iyi gözlem ve deney yapar ve bu şekilde atomun yapısıyla ilgili model değişir [K8]

Bir atomun yapısı, çok güçlü bir mikroskop altında dahi doğrudan gözlenemediği için ulaşılan verilere dayalı olarak tahmin edilmiştir [E3]

Bundan başka, öğrencilerin % 82'si bilim insanlarının atomun yapısıyla ilgili emin olamayacaklarını ve % 71'i ise, dinazorların neye benzedikleriyle ilgili asla emin olamayacaklarını ifade etmiştir. Bu öğrenciler, bilim insanlarının çalışmalarında hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıkları için, ortaya attıkları iddiaların kesinlikle % 100 doğru olamayacağını ifade etmiştir:

Bilim insanları dinozorların neye benzediklerini çıplak gözle göremedikleri için, asla tam olarak bilemezler [K6]

Bilim insanları, bir atomun yapısını araştırırken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmışlar, deneyler yapmışlar ve çıkarımlarda bulunmuşlardır [K1]

Bilim insanları bunları açıklarken deney yapmıştır, fakat bu deneyler yanlış da olabilir [K5]

Bilim insanları dinozorların görünüş tarzlarını bilemezler. Bunların resimlerini çizerken ise hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar [E1]

b) Bir Çıkarım ve Gözlem Arasındaki Fark

Bu çalışmanın başlangıcında, öğrencilerle yürütülen anket ve yarı yapılandırılmış mülakat çalışmalarında elde edilen verilerle karşılaştırıldığında (% 29), incelemenin sonunda öğrencilerin % 76'sının gözlem ve çıkarım arasındaki farkla ilgili “yeterli” kabul edilebilecek düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu öğrencilerin, bilim insanlarının bir atomu doğrudan doğruya gözleyemediklerinden dolayı, yapısıyla ilgili karar verirken çıkarımlarını kullandıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir:

Bilim insanları bu modele ulaşırken, hayâl güçlerini, yaratıcılıklarını kullanmışlar, deneyler yapmışlar ve çıkarımlarda bulunmuşlardır [K1]

Bilim insanları bu modeli tahminler ve çıkarımlar yaparak bulmuştur [K8]

Bilim insanlarının atomun yapısı hakkındaki bilgileri tam doğru değildir. Biz atomu çıplak gözle göremediğimiz için bilim insanları bu konu hakkında araştırma yapmışlar ve böyle olabileceğini düşünmüşlerdir [K2]

Bir atom mikroskopta çıplak gözle görülemediği için bilim insanları onu veriye dayalı olarak tahmin etmiştir [E3]

Buna benzer şekilde, öğrenciler ayrıca, bilim insanlarının dinazorların gerçekten neye benzediklerini betimlerken çıkarımları kullandıklarını ifade etmiştir:

Bilim insanları hayâl güçleri ve yaratıcılıklarını kullanarak ellerindeki verilerden çıkarımlarda bulunur [K1]

Bilim insanları bunu [dinazorların neye benzediğini] kafalarında öyle kurarlar [K4]

Bilim insanları [dinazorların neye benzediğini] gözlemlerine dayalı olarak tahmin ederler [K5]

Bunu [dinazorların neye benzediğini] bilemezler, fakat onların şeklini çizerken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar [E1]

Bununla birlikte, öğrencilerin birçoğuna, kendileriyle yürütülen mülakatlarda, “doğrudan gözlenemeyen bir şey hakkında da bir şeyler bilebilir miyiz?” sorusu sorulmuş ve öğrencilerin tamamına yakınının bu soruya; “evet bilebiliriz, fakat kesin olarak doğru olmaz” şeklinde cevap verdikleri tespit edilmiştir:

Bazen görmediğimiz şeyleri de biliriz, mesela mumun yanması etkinliğinde kabın içindeki havayı göremedik, fakat orada olduğunu biliyoruz [K1]

Biz göremediğimiz bazı şeyleri de bilebiliriz ama kesin doğru olmaz. Örneğin, kutunun içine küçük delikten baktık ve içinde ne olduğuyla ilgili çizimler yaptık. Fakat, bunların kesin doğru olduğunu iddia edemeyiz [K6]

c) Bilimsel Bilginin DeneySEL Doğası

Bu çalışmanın başlangıcında katılımcı öğrencilerin sadece % 24'ünün bilimsel bilginin deneySEL doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip olduğu belirlenmişti. Bununla birlikte, öğrencilerden çok azı bilimsel bilgilerin değişme sürecinde delillerin oynadığı rolü açıklayabilmişti. Buna karşın araştırmadan sonra katılımcıların % 82'si, bilimsel bilgilerin zamanla daha mantıklı delillerin bulunması durumunda değişebileceğini ifade etmiştir.

Eldeki verilere zamanla yenileri eklenebileceğinden bilimsel bilgilerin değişme ihtimali vardır [K10]

Bir insan her zaman aynı akılda almaz. Zamanla düşünceleri değişebilir ve daha önce yapılan deneylerden yeni veriler çıkarabilir [K3]

Zamanla daha farklı deneyler ve gözlemler yapılması ve verilere ulaşılması mümkün olduğundan şu anki bilimsel bilgiler değişebilir [E4]

Bilim insanları atomla ilgili birçok deney yaptılar ve elde ettikleri verileri yaratıcılıklarını da kullanarak bir modele ulaştılar [E2]

Bilim insanları dinazorların neye benzediğini açıklarken; dinazor fosillerini, kemik yapılarını delil olarak kullanır. Fakat zamanla yeni delillerin bulunması mümkündür [K2]

Bundan başka, araştırmanın sonunda, katılımcıların % 23'ünün, bir atomun yapısını açıklamada delillerin oynadığı rolle ilgili daha “yeterli” düşüncelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır:

Bazı bilim insanları atomun yapısıyla ilgili daha açıklayıcı gözlem ve deney yaparak yeni veriler elde ettiğinde şimdiki model değişebilir [K8]

Buna benzer ifadeler, öğrenciler tarafından ve dinazorlar tartışılırken de belirtilmiştir. Bu öğrenciler ayrıca bilim insanlarının, dinazorların neye benzediklerine karar verirken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullansalar da, zihinlerinde yapılandırdıkları düşünceleri deliller karşısında kesinlikle kontrol etmek zorunda olduklarını ifade etmiştir:

Bilim insanları fosillerle ilgili araştırma yaparken ve bir karara varırken gözlemlerinden elde ettikleri delillerini kullanır [E1]

Bilim insanlarının dinazorların görüntüsüyle ilgili karar verirken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanır. Fakat ileri sürdükleri şeyleri [delilleri] birileri daha sonra çürütürse eldeki bilgiler de o zaman değişebilir [K1]

d) Bilimsel Bilgi Üretmede Hayâl Gücünün ve Yaratıcılığın Rolü

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin % 24’ü bilimsel bilginin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili yeterli” düşüncelere sahipken bu oran çalışmanın sonunda % 94’e çıkmıştır. Bununla birlikte, birçok öğrencinin ise, dinazorlarla ilgili soruya verdikleri cevaplarla karşılaştırıldığında, maddenin atomik doğasıyla ilgili soruya verdikleri cevaplarda bilimin doğasının hayâlcî ve yaratıcı unsuruyla ilgili daha “yeterli” düşünceler açıkladıkları ortaya çıkmıştır.

Katılımcıların sadece % 35’i bilim insanlarının “*atomun yapısı hakkında düşünürken hayâl gücünü ve yaratıcılığını kullandığını*” [K2] belirtmiştir. Karşılaştırılacak olursak, katılımcıların % 41’i, bilim insanlarının dinazorların neye benzediğini nasıl bildikleri ile ilgili soruya verdikleri cevaplarda, bilimsel bilginin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir:

Bilim insanları bunu [dinazorların neye benzediğini] hayâl güçleri ve yaratıcılıklarını kullanarak bulurlar” [K1]

Katılımcı öğrencilerin % 94’ünün, çalışmanın en sonunda bilimsel incelemelerde hayâlciliğin ve yaratıcılığın önemli bir rol oynadığının farkına vardıkları tespit edilmiştir:

Bilim insanları sadece deneylerinden elde ettiği verilere dayansa bir yere varamaz. Bu nedenle yaptıkları çalışmalarda hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını yoğun bir şekilde kullanırlar [K1]

Bir bilim insanının hayâl gücü ve yaratıcılığı iyi değilse bir yere varamaz [K4]

Hayâl gücü kuvvetli olmayan bir kişi iyi bir bilim insanı olamaz [K9]

Bir bilim insanı bir şeyleri bulurken hayâl eder ve yaratıcılık yardımıyla biraz daha geliştirebilir [E1]

Bilim insanlarının yaptıkları deneylerde iyi hipotezle kurabilmeleri için hayâl güçleri zengin olmalıdır [E3]

Bir bilim insanı hayâl gücü ve yaratıcılığını kullanmazsa iyi tahmin ve hipotez yapamaz [E5]

Bilim insanları bir şey yapmadan önce yaratıcılığını kullanır ve düşündükten sonra da onu yapmaya karar verir, sonra da deneyler yaparak sonuca ulaşır [K6]

3.3.2. Bilimin Doğasıyla İlgili Öğretmenin Son Düşünceleri

Bu araştırma kapsamında, tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanması sürecinde, incelenen öğretmenin bilimin doğasının yedi temel unsuruyla ilgili sahip olduğu kavramların nasıl değiştiği ayrıca incelenmiştir. Bu amaçla etkinlikler uygulanmaya başlamadan bir hafta önce ve uygulama tamamlandıktan bir hafta sonra, öğretmenin bilimin doğası anketinde ve yarı yapılandırılmış mülâkatlarda, sorulan sorulara verdiği cevaplar veri olarak kullanılmıştır. Tablo 13, öğretmenin, bilimin deneysel, kesin olmayan, yaratıcı ve hayâlcî, teori kökenli, sosyal ve kültürel, çıkarıma dayalı (gözlem ve çıkarım arasındaki fark), ve aynı zamanda bilimsel teoriler ve yasalarla ilgili düşüncelerinde ortaya çıkan değişimlerle ilgili verileri sunmaktadır. Bununla birlikte, tasarlanan etkinlikler öğretmen tarafından sınıfta verilen yönergelere bağlı olarak işlendikten sonra, bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili düşüncelerinde önemli değişiklikler olmuştur.

Tablo 13. Bilimin doğasıyla ilgili öğretmenin son düşünceleri

Deneyssel	Bilim insanları atomun yapısına karar verirken deneyler yaparak deliller bulmuştur. Bu delilleri yorumlayarak modeller çıkarmışlardır. Zamanla farklı bilim insanları farklı deliller bulup, farklı yorumlarla daha yeni modeller ortaya koyabilir.
Kesin Olmayan	Zamanla bilim gelişecek ve yeni araçlarla ya da yeni bilgilerle karşılaşıldığında belki de teorilerin aslında geçerli olmadığı anlaşılabilir. İnsanları bilimle ilgili düşünmeye sevk etmek için teorilerin özünü anlamak önem taşır.
Yaratıcı ve Hayâlcî	Bilim insanları çalışmalarının her aşamasında yaratıcılıklarını ve hayâl güçlerini kullanır. Mesela, su üretici ve rulo etkinliğinde öğrenciler kendi modellerini tasarladılar. Hâlbuki kutunun iç yapısını görememişlerdi. Bu konuda yaratıcılıklarını kullanıp aynı işleyişle farklı modeller hazırlayabildiler.
Teori-Kökenli	Bir kişinin geçmiş yaşantısı ve deneyimleri bir olayı yorumlamasında çok önem taşır. Bu nedenle de aynı veriyi farklı kişiler aynı şekilde yorumlamayabilir. Mesela, bilim insanlarının dinazorların nesillerinin nasıl tükendiğiyle ilgili farklı görüşlerin olması gibi, öğrenciler de Hileli İzler! ve Yaşlı Öğretmen! etkinliklerinde aynı veriye bakmalarına rağmen farklı yorumlar ileri sürdüler.
Sosyal ve Kültürel	Bilim gerçekten de sosyo-kültürel değerli yansıtır. Her konuda olduğu gibi bilimde de çalışılan çere önemlidir. Bir çevre, kişinin hayata bakışını ve yorumlarını etkiler. Bu, bilimsel araştırmalarda da böyle.
Gözlem ve Çıkarım	Bilim insanları doğrudan veya dolaylı olarak gördükleri şeylerden delillere ulaşır ve bunlardan anlam çıkarır.
Teoriler ve Yasalar	Teoriler fikirlerdir, yasalar doğruluğu daha fazla olan bilgilerdir. Her ikisi de değişimi destekleyecek delile sahipse değişir. Her ikisi de % 100 doğru değildir. Fakat teoriler birçok defa deneysel delillerle desteklenirse yasa olabilir.

3.3.3. Tutum Anketi Bulguları

Bu çalışmanın dördüncü alt problemini; “Bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin katılımcı öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi nedir?” incelemek için tasarlanan tutum anketi, hazırlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlanmadan bir hafta önce ve uygulandıktan bir hafta sonra öğrencilere kendi sınıflarında ve 15 dakika süreyle iki defa uygulanmıştır. SPSS 11.5 istatistik veri analiz programıyla yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Tutum anketi SPSS 11.5 analiz sonuçları

Sıralı Örneklem İstatistiği

	$\bar{x}$	N	Ss	Std. Hata Ort.
<i>Sıra 1 Öntest - Sontest</i>	38,5294 44,4706	17 17	5,1005 3,8587	1,2370 ,9359

Sıralı Örneklem Korelasyonu

Sıra 1 Öntest & Sontest	N	Korelasyon	Sig.
	17	,352	,166

Sıralı Örneklem Testi

Sıra 1 Ön Test- Son Test	$\bar{x}$	Ss	Standart Hata Ortalaması	% 95 İç Güvenirlilik Farkları		t	df	Sig. 2- Uçlu
	-5,9412	5,2018	1,2616	Alt -8,6157	Üst -3,2667	4.709	16	,000

Bu verilere göre; öğrencilerin çalışmadan önce uygulanan anketteki tutum puanlarının ortalamasının $\bar{x}_{\text{ön}} = 38.52$ ve çalışmadan sonra uygulanan tutum anketinden aldıkları tutum puanlarının ortalamasının ise $\bar{x}_{\text{son}} = 44.47$ olduğu hesaplanmıştır. Bu iki testte öğrencilerin aldıkları tutum puanları, bağımlı t testi yardımıyla karşılaştırmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen verilerden; bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumları üzerindeki etkisinin [$t_{(16)} = -4,709$, $p < .01$] düzeyinde ve son test lehine anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır.

3.3.4. Bilimsel Bilgi Anketi Bulguları

Bu çalışmanın beşinci alt problemini; “Bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin katılımcı öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlama şekilleri üzerindeki etkisini nedir?” incelemek için

tasarlanan anket, etkinlikler uygulanmaya başlanmadan bir hafta önce, uygulamanın ortasında ve uygulandıktan bir hafta sonra öğrencilere kendi sınıflarında 15 dakika süreyle iki defa uygulanmıştır. SPSS 11.5 istatistik veri analiz programıyla ilk ve son ankette öğrencilerin aldıkları toplam puanlar arasında bağımlı t testi yapılmıştır. Bu karşılaştırmadan elde edilen sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Bilimsel bilgi anketi SPSS 11.5 analiz sonuçları

Sıralı Örneklem İstatistiği

	$\bar{x}$	N	Ss	Std. Hata Ort.
<i>Sıra 1 Öntest</i>	38,2941	17	3,6872	,8943
<i>Sontest</i>	39,9412	17	4,0384	,9795

Sıralı Örneklem Korelasyonu

Sıra 1 Öntest & Sontest	N	Korelasyon	Sig.
	17	,417	,096

Sıralı Örneklem Testi

Sıra 1 Ön Test-Son Test	$\bar{x}$	Ss	Standart Hata Ortalaması	% 95 İç Güvenirlik Farkları		t	df	Sig. 2-Uçlu
	-1,6471	4,1824	1,0144	Alt	Üst	-1,624	16	,124
				-3,7975	,5033			

Bu sonuçlara göre; ilk teste öğrencilerin anketteki soru maddelerine vermiş oldukları puanların ortalaması $\bar{x}_{\text{ön}} = 38.29$ iken, bu değer son teste $\bar{x}_{\text{son}} = 39.91$ ’e çıkmıştır. İlk ve son bilimsel bilgi anketi uygulama puanları arasında son puanlar lehine küçük bir fark belirlenmiştir. Buna karşın, öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik düşünceleri arasındaki puanların bağımlı t testi karşılaştırmasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır.

Bu bağlamda, öğrencilerin ilk ve son bilimsel bilgi anketindeki her bir soru maddesi için ön ve son uygulamada vermiş oldukları cevapların frekans ve % değerleri Tablo 16’da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 16. Katılımcı öğrencilerin ön ve son bilimsel bilgi anketlerindeki cevaplarının frekans ve % dağılımları

Madde	Uygulama	Katılıyorum [Evet]		Bir Fikrim Yok		Katılmıyorum [Hayır]	
		f	%	f	%	f	%
1. Bilim, bir şeyleri tahmin etmeye ve açıklamaya çalışır.	İlk Uygulama	16	94,1	1	5,9	-	-
	Son Uygulama	16	94,1	1	5,9	-	-
2. Bilim, bir şeyi ispatlayabilir, bir problemi çözebilir veya bir sorunun cevabını bulabilir.	İlk Uygulama	14	82,4	2	11,8	1	5,9
	Son Uygulama	13	76,5	3	17,6	1	5,9
3. Bilim, doğadaki olayların nasıl meydana geldiğiyle ilgilenir.	İlk Uygulama	9	52,9	7	41,2	1	5,9
	Son Uygulama	12	70,6	5	29,4	-	-
4. Bilim insanların önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler.	İlk Uygulama	8	47,1	8	47,1	1	5,9
	Son Uygulama	12	70,6	3	17,6	2	11,8
5. Bilim insanların hayâl güçleri ve yaratıcıkları, yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler.	İlk Uygulama	11	64,7	5	29,4	1	5,9
	Son Uygulama	13	76,5	2	11,8	2	11,8
6. Bilim, sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur.	İlk Uygulama	2	11,8	9	52,9	6	35,3
	Son Uygulama	7	41,2	3	17,6	7	41,2
7. Bilim, daha çok gerçekleri ortaya koymaya çalışır.	İlk Uygulama	14	82,4	2	11,8	1	5,9
	Son Uygulama	14	82,4	3	17,6	-	-
8. Bilim insanların birçoğu kendi başlarına çalışır.	İlk Uygulama	10	58,8	6	35,3	1	5,9
	Son Uygulama	11	64,7	2	11,8	4	23,5

(Tablo 16'nın devamı)

Madde	Uygulama	Katılıyorum [Evet]		Bir Fikrim Yok		Katılmıyorum [Hayır]	
		f	%	f	%	f	%
9. Bilim başarısız olabilir.	İlk Uygulama	4	23,5	7	35,3	7	41,2
	Son Uygulama	12	70,6	3	17,6	2	11,8
10. Bilim insanları, doğanın büyük sırlarının birçoğunu çözmüştür.	İlk Uygulama	10	58,8	6	35,3	1	5,9
	Son Uygulama	10	58,8	5	29,4	2	11,8
11. Bilim milyonlarca yıl önceki şeyleri ve olayları araştırabilir.	İlk Uygulama	10	58,8	6	35,3	1	5,9
	Son Uygulama	13	76,5	4	23,5	-	-
12. Bilimsel deneyler basitçe ne ortaya çıkabileceğini belirlemek için yapılır.	İlk Uygulama	5	29,4	8	47,1	4	23,5
	Son Uygulama	6	35,3	7	41,2	4	23,5
13. Bilim insanları çoğu kez kendi fikirlerinin aksini kanıtlamaya çalışır.	İlk Uygulama	8	47,1	8	47,1	1	5,9
	Son Uygulama	5	35,3	6	35,3	6	35,3
14. Bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir.	İlk Uygulama	5	29,4	10	58,8	2	11,8
	Son Uygulama	5	29,4	4	23,5	8	47,1
15. Bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir.	İlk Uygulama	6	35,3	9	52,9	2	11,8
	Son Uygulama	10	58,8	6	35,3	1	5,9
16. Bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı, bilimin zayıf yönlerinden biridir.	İlk Uygulama	6	35,3	9	52,9	2	11,8
	Son Uygulama	10	58,8	6	35,3	1	5,6

Bu ankette 4. soru olan; *“bilim insanlarının önyargıları yapacakları çalışmaları etkiler”* maddesine; çalışmanın başında öğrencilerin % 47.1’i “katılıyorum” derken, bu oran uygulama tamamlandıktan sonra % 70.6’ya çıkmıştır. Bununla birlikte, soruya başlangıçta “bir fikrim yok” şeklinde cevap veren öğrencilerin oranı ise % 47.1’den % 17.6’ya düşmüştür.

Bu anketteki 5 soru olan *“bilim insanlarının hayâl güçleri ve yaratıcılıkları yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler”* maddesine; başlangıçta öğrencilerin % 64.7’si “katılıyorum” şeklinde cevap vermiş iken, bu oran, çalışmanın sonunda % 76.5’e çıkmıştır. Bu soruya “bir fikrim yok” şeklinde cevap verenlerden ikisi, bilim insanlarının hayâl güçleri ve yaratıcılıkları yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler ve sadece biri ise etkilemez şeklinde fikrini değiştirmiştir.

Bu anketteki 6. soru olan; *“bilim sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur”* maddesine çalışmanın başında öğrencilerin % 11.8’i “katılıyorum” derken, bu oran çalışmanın sonunda % 41.2’ye çıkmıştır. Bu soruya araştırmanın başında “bir fikrim yok” şeklinde cevap verenlerin oranı ise % 52.9’dan % 17.6’ya düşmüştür. Bu soruya “katılmıyorum” şeklinde cevap verenlerin sayısı, bir kişi artmıştır.

Bu anketteki 8. soru olan; *“bilim insanlarının birçoğu kendi başlarına çalışır”* maddesine araştırmanın başında “katılıyorum” şeklinde cevap veren öğrencilerin oranı % 58.8’den % 64.7’ye çıkarken, daha önce konu hakkında bir fikri olmadığını belirtenlerin oranı ise % 35.3’den % 11.8’e düşmüştür. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra bu öğrencilerin biri, fikrini “katılıyorum” şeklinde değiştirirken, üçü ise aksi yönde “katılmıyorum” değiştirmiştir.

Bu anketteki 9. soru olan; *“bilim başarısız olabilir”* sorusuna “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı çalışmanın başlangıcında % 23.5 iken bu oran sonunda, % 70.6’ya çıkmıştır.

Bu anketteki 13. soru olan; *“bilim insanları çoğu kez kendi fikirlerinin aksini kanıtlamaya çalışır”* maddesine öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı % 47.1 iken, uygulama sonunda bu değer % 35.3’e düşmüş, “katılmıyorum” diyen öğrencilerin oranı ise % 5.9’dan % 35.3’e çıkmıştır. Yani, bu soruya

başlangıçta “katılıyorum” veya “bir fikrim yok” diyen öğrencilerden beşi, düşüncesini katılıyorum şeklinde değiştirmiştir.

Bu anketteki 14. soru olan; “*bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir*” maddesine uygulamanın başlangıcında “evet” diyenlerin sayısı değişmezken, “bir fikrim yok” diyenlerin sayısı % 58.8’den % 23.5’e düşmüş, “katılmıyorum” diyenlerin sayısı ise % 11.8’den % 47.1’e çıkmıştır. Bu konu hakkında “bir fikrim yok” diyen öğrencilerin düşünceleri, zamanla “katılmıyorum” şeklinde değişmiştir.

Bu anketteki 15. soru olan “*bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir*” maddesine, başlangıçta “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı % 35.3 iken bu oran çalışmanın sonunda % 58.8’e çıkmıştır. Bu soruyla ilgili olarak “bir fikrim yok” diyenlerin oranı da % 52.9’dan % 35.3’e ve “katılmıyorum” diyenlerin sayısı da % 11.8’den % 5.9’a düşmüştür.

Bu ankette son soru olan; “*bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı bilimin zayıf yönlerinden biridir*” maddesine çalışmanın başında “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı % 35.3’den % 58.8’e çıkarken, “bir fikrim yok” diyenlerin oranı ise % 52.9’dan % 35.3’e düşmüştür.

3.3.5. Katılımcı Öğrencilerin Etkinliklerle İlgili Düşünceleri

Bu çalışma kapsamında hazırlanan öğretim etkinlikleri uyguladıktan bir hafta sonra, öğrencilerden bilimin doğasıyla ilgili kendilerine uygulanan on iki etkinlik hakkındaki fikirlerini, düşüncelerini, duygularını ve özellikle de bunlardan neler öğrendiklerini açıklayan kapsamlı birer yazı yazmaları istenmiştir. Bu yazılarda; öğrencilerin vurguladığı noktalara atıfta bulunmak için, yazdıkları yazılardan doğrudan aktarmalar yapılmıştır:

Bir kere her etkinlikte adım adım ilerleyerek birçok şey öğrendik. Bilim hakkında ve bir bilim insanı olabilmek için en temel koşulları öğrendik. Biraz daha süremiz olsaydı belki bilim hakkında daha fazla şey öğrenecektik fakat süremiz kısıtlıydı [E1]

Bilim hakkında birçok şey öğrendik. Ben ve arkadaşlarımdan artık bir bilim insanı olduğumu düşünüyorum. Bilim hakkında; bilim insanlarının nasıl çalıştığını, onların yüzünü, neler giydiklerini, çıkarımı, tahmini, gözlem yapmayı öğrendik [E2]

Bu etkinlikler sayesinde diğer insanlardan biraz da olsa farkımız oldu. Bilim hakkında en temel bilgileri, çıkarım, gözlem, deney, hipotez gibi bilgileri öğrendik. Bu bilgiler sayesinde gelecekteki mesleğimi değiştirmeyi düşünüyorum [K1]

Uzun zamandan beri bilimle ilgili deneyler yaptık ve bilimin doğasını öğrendik. Bu etkinliklerle bilim insanlarının deneyleri çözerken yaptıkları aşamaları, bilim insanlarının bilmesi gereken temel kavramları öğrendik. Yaptığımız deney ve çalışmalar bize çok şey öğretti... [K2]

Bilim, doğa olaylarıyla ve herhangi bir problemle uğraşır. Vardığı sonuçlara tam olarak kesin cevap denemez. Bilimin vardığı sonuçlar % 100 doğru değildir. Örnek olarak söylersek çıplak gözle görülmeyen bir cisim duyu organlarımızla anlamaya ve hayâl gücümüzü de katarak ne olduğunu bulmaya çalışırız. Kısacası etkinliklerde bilim insanlarının temel bilgilerini öğrendik [E3]

Bu etkinlikleri yapmaya başladığımızda çok heyecanlıydık. Önceden de hiç böyle etkinlik yapmadık. Bu etkinlik boyunca grupta çalışmamız çok güzeldi. Gözlemin ne olduğunu, hipotezin, çıkarımın, bunları test etmeyi öğrendik. Fakat grupta çalışmasaydık bu sonuçlara ulaşmazdık. Bilimin ne olduğunu öğrendik ve bilim insanları gibi çalıştık... [E4]

Gözlem yapmayı, bilim insanlarının bizler gibi olduğunu, her zaman başaramadıklarını öğrendik... Her canlı ile ilgili bilgi sahibi olmak bir insan için güzel bir şeydir. Bu etkinlikte deneylerin nasıl yapıldığını, bilim insanlarının hayatlarını ve nasıl yaşam sürdürdüğünü öğrendim. Bilim insanları da bizler gibidir [K3]

Etkinlikler benim fenni sevmeme yol açtı. Fen bilgisini oldum olası sevmeyen bir insanım fakat bu etkinlikler benim fen bilgisini çok sevmeme neden oldu. Öğretmenimiz sayesinde bilim hakkında birçok şey; bilimin oluşumu, gelişimi ve sonucunu öğrendik. Gözlemi bilmiyorduk öğrendik. Hipotezi test etmenin önemini öğrendik [K4]

Bu etkinlikle sonucu öğrendiğimiz bir sürü şey var; Bilim insanları hakkında bilgi öğrendik, daha sonra fikirlerimizi arkadaşlarımızla tartıştık ve bazı zamanlar ellerimizde veriler de bulundurduk. Benim bilim adamları hakkında öğrendiklerimden bazıları şunlardır; Bilim insanlarının yaptıkları işler % 100 doğru olamaz, bilim insanların tipleri de titiz ve düzenli olduklarını gösteriyor [K5]

Bilimle ilgili çok etkinlik yaptık. Bu etkinliği yaparken çok eğlendik [K6]

Bilimin doğasıyla ilgili çok şey öğrendim. Bilim, hipotez, tahmin, çıkarım ve gözlemin ne olduğunu öğrendik. Etkinlikler yaptık. Etkinlikler yaparken yaratıcı güçlerimizle yola çıktık, arkadaşlarımızla tartıştık [K7]

Bilim ve bilimsel bilgi hakkında çok şey öğrendik. Bilim insanlarının bizim gibi birer insan olduğunu düşündük. Biz de onlar gibi on iki tane etkinlik yaptık. Bu etkinlikler çok güzeldi. Bilim adamlarının ünü her tarafa yayılmış. Bir bilim adamı olmak istiyorum... [K8]

Bu etkinlikleri çok sevdim, derslerimi çok etkiledi. Büyük bir başarı gördüm. Bilim hakkında çok şey öğrendim. Bilimin neye dayandığı ve ne ile çeliştiği hakkında bilgim oldu. Tahmin yapmayı, gözlem yapmayı ve hipotez kurmayı, bilimde her zaman ortada bir sorun olduğunu öğrendim. Bilimsel bilgilerin her zaman % 100 doğru olmadığını öğrendim ve diğer öğrencilerden farklı bir öğrenci oldum. Bu etkinliklerin devam etmesini isterim [K9]

Bu etkinlikler boyunca çok eğlendim. Her şey çok güzeldi. Bilim adamları hakkında çok şey öğrendik. Bu etkinlikle bizim için çok faydalıydı, derslerimize de katkısı oldu. Bu etkinliklerin devam etmesini isterim [K10]

Bu etkinliklerden çok etkilendim. Derslerime faydası olduğunu gördüm. Bu etkinliklerde çok şey öğrendiğimi fark ettim. Şimdi derslerimde daha başarılı bir öğrenciyim. Bilim insanları hakkında bizim öğrendiklerimizi başkalarının da öğrenmesini isterim... [K11]

İlk önce bilimin doğasıyla ilgili bir şeyler ve bilim insanlarının deneylerini nasıl yaptıklarını öğrendik... [E6]

Bu yansıtıcı yazılardan, öğrencilerin etkinliklerden hiç sıkılmadıkları, tam aksine onları sevdikleri, bilimin ve bilimsel bilginin doğasıyla ilgili birçok şey öğrendikleri, bilim insanları hakkında doğru imajları zihinlerine yerleştirdikleri, bu etkinliklerin fen derslerine yönelik tutum ve akademik başarı bazında etkisinin olduğunu düşündükleri ve araştırma yürütürken işbirliği yapmanın oldukça önemli bir şey olduğunu fark ettikleri ortaya çıkmıştır.

3.3.6. Katılımcı Öğretmenin Etkinliklerle İlgili Düşünceleri

Bu aşamada, öğretim etkinlikleri uygulandıktan bir hafta sonra öğretmenle yürütülen son mülâkatlardan elde edilen veriler analiz edilmişti. Bu mülâkatta öğretmene toplam 10 soru sorulmuştur:

Fen bilgisi öğretim sürecinde vurgulamayı amaçladığı en önemli şeyin, öğretim programlarında yazılı olan davranışları öğrencilerine kazandırmak olduğunu düşünen

öğretmen, bilimin doğasını; “bilimin gerçekte ne olduğu, nasıl işlediği ve nelerden etkilendiği” şeklinde tanımlamıştır.

“Bilimin doğasının önemli olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna; “bilimin doğası önemlidir, çünkü doğasını bilmeden insanlar bilime çok farklı bakıyor. Bu bazı şeylere körü körüne inanmak gibi bir şey” şeklinde cevap vermiştir.

Uygulama öğretmeni, bilimin doğası öğretim etkinlikleri kapsamında tasarlanan etkinlikler uygulayarak, öğrencilerine bilimin doğasını öğrettiğine ve bu amaç için uzun bir süre ayırdığına inanmaktadır. Bilimin doğasını, birçok öğrencinin öğrendiğini veya en azından tamamının az veya çok bir yarar sağladıklarını belirtmiştir. İncelenen bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili olarak, öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayata taşıdıklarını, fen derslerinde yürütülen bazı etkinlikler yapılırken bilimin doğası etkinliklerine atıfta bulunduklarını bu fikrine delil olarak ileri sürmüştür.

Bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinin en iyi yolu olarak; bu türden somut etkinliklerin kullanılmasına ihtiyaç olduğunu çünkü fen bilgisi öğretim programı kapsamında birçok etkinlik yapılmasına rağmen, bunların öğrencilere bilimin doğasını öğretmede başarısız olduğunu ima etmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerden, aslında bilimin doğasını anlamadan bilimi anlamlarının beklenmesinin doğru olamayacağını ve öncelikle bu etkinliklerin kullanılarak bilimin doğasının onlara açık bir şekilde öğretilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Bir sonraki dönem için, başka sınıflardaki öğrenciler için de bu etkinlikleri kullanmayı düşündüğünü fakat dersin öğretim programını zamanında tamamlayamama endişesi taşıdığını, aksi takdirde yeni döneme kesinlikle bu etkinliklerle başlamak istediğini ifade etmiştir. Bu şekilde öğretmenin, öğrencilerinin hem bilimin doğasını öğreneceklerini hem de fen derslerine karşı olumlu tutumlar kazanacaklarına inandığı tespit edilmiştir.

Bu projeye katıldıktan sonra bilime karşı bakış açısının da değiştiğini ima eden öğretmen, daha önceleri bilimi “evrensel ve objektif” olarak algılamasına rağmen, şimdi bilimsel bilgilere daha az güvendiğini ve bu şekilde öğretim yaptığını ileri sürmüştür.

Bilimi, kişinin sosyo-kültürel ortamından, yaratıcılığından, geçmiş yaşantısından etkilenen, değişime açık, kesin olmayan fakat verilerle desteklenmiş araştırmalar bütünü olarak yeniden tanımlamıştır.

“Bilime karşı nasıl yaklaşıyorsunuz?” sorusuna da, “daha güvensiz, fakat hakkında ve işleyişinde daha çok bilgi sahibi olarak bakıyorum” şeklinde cevap vermiştir.

Bilim hakkında hem kendisinin hem de öğrencilerinin çok şey öğrendiğini belirten öğretmen, diğer fen bilgisi öğretmenlerinin de bilimin doğasını öğrenmeleri ve öğretmeleri için, özel programların düzenlenmesine ve ayrıca öğretim programlarının içeriğinde de bilimin doğası konusuna yer verilmesine ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir.

Bu bölümde özetle, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin katılımcı öğrencilerin bilimin doğasının dört temel unsuruna yönelik görüşleri, bilimsel bilgiye yönelik düşünceleri, fenne yönelik tutumları üzerindeki etkileri ile etkinliklerin detaylı analizi sunulmuştur. Bununla birlikte, etkinliklerin katılımcı fen bilgisi öğretmenin bilimin doğasının yedi temel unsuru hakkındaki görüşlerine etkisi ayrıca analiz edilmiştir. Bundan sonraki bölümde ise, araştırma verilerin ne anlam taşıdığı hususu detaylı olarak tartışılacaktır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel konusu; ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları belirlemek ve bilimin doğasını bu öğrencilere yeterli seviyede kavratılabilmek amacıyla tasarlanan etkinliklerin başarısını test etmektir. Bu amaçla hazırlanan toplam on iki etkinlik doğrudan-yansıtıcı bir yaklaşımla öğrencilere kendi öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Bu etkinliklerin ve özellikle de dayandığı bilimin doğasının öğretilmesi yaklaşımının hem öğrencilerin hem de ders öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramları üzerindeki etkisini analiz etmek için çoklu veri toplama araçları kullanılmıştır. Bilimin doğasıyla ilgili tasarlanan etkinlikler uygulanmadan önce ve uygulamadan sonra katılımcı öğrenci ve öğretmenin düşünceleri anket ve mülâkatlarla belirlenerek karşılaştırmıştır. Bu yolla etkinliklerin başarılı olup olmadığına karar verilmiştir.

Bu bölümde, tez araştırması boyunca toplanan ve bir önceki bölümde sunulmuş olan verilerin tartışması yapılmıştır. Bu amaçla, elde edilen araştırma bulguları çalışmanın alt problemlerine bağlı olarak; Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi (4.1), Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Fenne Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkisi (4.2), Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşleri Üzerindeki Etkisi (4.3), Etkinliklerin Katılımcı Öğretmenin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi (4.4) ve Etkinliklerin Başarısının Değerlendirilmesi (4.5) başlıkları altında aşağıda tartışılmıştır.

4.1. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi

Bilimin ve bilimsel bilginin doğasının öğrencilere yeterli seviyede öğretilmesi uzun zamandan beri fen eğitimcilerinin ve fen eğitimi araştırmacılarının ortak hedefleri arasında yer almaktadır (Lederman, 1992). Bilimin doğasını yeterli seviyede anlayan öğrencilerin fen konu alanını başarılı bir şekilde öğrenebileceği ve doğal çevrede vuku bulan olaylarla ilgili ortaya

atılan bilgileri kavrayabileceği belirtilmektedir (Driver vd., 1996). Bilimin doğasıyla ilgili yeterli ölçüde bilgi birikimine sahip olmak, hem öğrencilerin bilimsel çalışmaları daha çok sahiplenmelerine hem de fen ve teknolojinin ilerlemesi için daha fazla katkıda bulunmalarının bir ihtiyaç olduğunu kavramalarına yol açabilir.

Bu açıklamalardan yola çıkılarak, ülkemizdeki ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu bilgi birikimleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Konuyla ilgili olarak ülkemizin eğitim durumlarını içeren az sayıda çalışmanın olduğu sonucuna varılmıştır. Bunların birkaçının ilköğretim veya üniversite, çoğunluğunun ise lise seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinin belirlenmesini amaçladığı belirlenmiştir (Gürel, 2002; Oyman, 2002; Kınık vd., 2004; Çelik ve Bayrakçı, 2004; Kılıç vd., 2005). Yapılan bu çalışmalarda, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramları değerlendirilirken çoğunlukla anket veya yarı yapılandırılmış mülâkatlar kullanılmıştır (Gücüm, 2000; Macaroğlu vd., 1998; Yakmacı-Güzel, 2000). Bu çalışmalarda lise öğrencilerinin tamamına yakınının bilimsel bilgilerin tam ve eksiksiz olduğunu düşündükleri ve bilimsel hipotezlerin ve teorilerin mutlak doğru olduğuna inandıkları sonucuna varılmıştır. Bilimsel bakış açısına değer vermek, bilimin statik değil dinamik bir yapıda olduğunu kabul etmek ve bu nedenle bilimi katkı yapılabilecek bir alan olarak algılamak, öğrencilerin fen derslerinde daha başarılı olmalarını sağlayabilir (Lederman, 1992).

Bu çalışmada örneklemdeki ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlar, bilimin doğası öğrenci anketi ve yarı yapılandırılmış mülâkatlarla belirlenmiştir. Bilimin doğası öğrenci anketinde yer alan altı maddeyle; öğrencilerin, bilimin deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğası ile ilgili düşüncelerinin değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda hazırlanan ve tam metni Ek 2’de verilen bilimin doğası öğrenci anketi, katılımcı öğrencilere etkinlikler uygulanmaya başlamadan bir hafta önce ve uygulama tamamlandıktan bir hafta sonra kendi öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Bundan sonra öğrencilerle anketlere verdikleri cevaplar üzerinde bireysel olarak derinlemesine mülâkatlar yapılmıştır. Bu yolla her bir öğrencinin bilimin doğasının dört temel unsuruyla –kesin olmama, deneysel olma, gözlem ve çıkarım arasındaki fark, hayâlcilik ve yaratıcılık- ilgili ilk ve son profillerine karar verilmiştir. Bunlar Tablo 5 (sayfa 85) ve Tablo 11’de (sayfa 158) verilmiştir. Bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili olarak öğrencilerin profilleri

“yeterli, zayıf ve değişken” kategorilerinde toplanmıştır. Bu kodlama tekniği Khishfe (2004) tarafından yapılan bir çalışma kullanılmıştır.

Tablo 4’teki (sayfa 79) veriler incelendiğinde, fen başarıları ve sosyal statüleri farklı olan öğrencilerin bir veya birkaçının bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili ilk düşüncelerinin çok “zayıf” olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, konuyla ilgili uluslararası literatürde var olan ve ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinin değerlendirildiği araştırmalarda varılan sonuçlarla tutarlıdır (Bady, 1979; BouJaoude, 1996; Smith vd., 2000; Meichtry, 1992). Tablo 5’teki veriler (sayfa 85) öğrencilerin ortalama % 22’sinin bilimsel bilginin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip olduklarını ifade etmektedir. Buna karşın, öğrencilerin ortalama % 56’sının bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili “zayıf” düşünceleri benimsedikleri anlaşılmaktadır. % 56’lık bu değere % 22’lik bir “değişken” öğrenci grubu da ilave edilirse, öğrencilerin ortalama % 78’inin bilimsel bilginin incelenen dört unsuruyla ilgili bilgilerinin yeterli olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç uluslararası literatürle karşılaştırıldığında benzerlik taşır. Yine de ilköğretim 7. sınıf seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili bu derece yetersiz düşünceleri benimsemiş olmasının nedenleri üzerinde tartışılmalıdır. Fen öğretimi derslerinde, bilimsel çalışmaların amaçları ve bilimsel bilginin doğası açıklanmamaktadır. Fen konularını etkin bir şekilde öğrenilebilmesi için hem bilimin doğasının hem de bilimsel çalışmaların amaçlarının öğrencilere yeterli bir seviyede kavratılabilmesi önem taşır. Bilimsel süreç becerilerine dayalı fen derslerinin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını iyileştirebilmekte yeterli olmadığı belirtilmiştir. Bilimin doğasının öğrencilere etkili bir şekilde öğretilmesi için, araştırmaya-incelemeyle dayalı fen etkinliklerinin yeterli olamayacağı sonucu mevcut çalışmada ulaşılan verilerle destek bulunmaktadır. Bu sonuç, bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesi için dolaylı bir çaba değil, farklı bir takım yolların izlenmesinin zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu noktada bilimin doğasının öğrenci ve öğretmenlere yeterli bir seviyede öğretilmesinde başarılı olduğu ileri sürülen doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretim yaklaşımının ülkemiz öğrencilerinden oluşan bir örneklem üzerinde çalışılmasına ihtiyaç vardır. Bu tez çalışması buna yönelik yapılmıştır.

Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir öğretim yaklaşımı kullanılarak öğretildiği etkinlikler uygulandıktan sonra öğrencilerin bilimin doğası profillerine bir kez daha karar verilmiştir. Bilimin doğasıyla ilgili öğrenci profilleri Tablo 11 (sayfa 158) ve Tablo 12’te (sayfa 159) verilmiştir. Her iki tablodaki araştırma verileri, çalışmaya katılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun bilimin doğasının incelenen unsurlarıyla ilgili düşüncelerinin “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye doğru değiştiğini belirtmektedir. Bu sonuç, bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında yürütülen etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili daha yeterli kavramları kazanmalarını sağlayabildiği şeklinde analiz edilebilir. Bu çalışmada uygulanan etkinliklerde vurgulanan bilimin doğasının dört unsuruna yönelik öğrencilerin benimsemiş oldukları ön ve son kavramlar arasındaki ilişki bundan sonraki paragraflarda açıklanmaya çalışılmıştır.

Katılımcı öğrencilerin % 88’i çalışmanın başında bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Bu düşünceleri paylaşan öğrencilerin tamamına yakınının bilimsel bilginin kesin doğru olduğuna ve dolayısıyla asla değişmeyeceğine inandıkları belirlenmiştir. Bu düşüncelerine, “bilim insanları bir şey hakkında emin olmadıkça ve ileri sürdükleri bilgi herkes tarafından kabul edilmedikçe bu bilgi fen kitaplarına koyulmaz” şeklinde bir gerekçe sunmuşlardır. Bilimin doğası öğrenci anketindeki ikinci ve üçüncü soruya verilen cevaplardan, öğrencilerin bilim insanlarının atomun yapısı ve dinozorların nasıl yok olduğu ile ilgili ileri sürdükleri bilgilerin “% 100 doğru” olduğuna inandıkları sonucuna varılmıştır. Bir atomun yapısının neye benzediği ve atom modellerinin neler olduğu konuları, bu çalışmanın yapıldığı dönemden kısa bir süre önce derste işlenmiştir. Bu durumda katılımcı öğrencilerin, bilim insanlarının atomun yapısıyla ilgili bilgilerinin kesin doğru olduğunu düşünmeleri ve kendilerine ankette atomun yapısıyla ilgili verilen şeklin % 100 doğru olduğuna inanmaları üzerinde tartışılmalıdır. Bu bağlamda atomun yapısıyla ilgili öğrencilere teorik bilgileri vermekten çok, bilim insanlarının bu bilgilere nasıl ulaştıklarının açıklanması veya bunu betimleyen etkinliklerin uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bilimsel modellerin öğrencilere sunulması esnasında öğretmenlerin modellerin doğasıyla ilgili açıklama yapması önem taşır. Bu yolla öğrencilerin bilimsel bilgilerin gerçeğin % 100 kopyaları olmadığını kavrayabilmeleri başarılabılır. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) tarafından yapılan bir çalışmada altıncı sınıf seviyesindeki öğrencilerin % 85’inin bilimin kesin olmayan doğasıyla

ilgili “zayıf” düşünceleri benimsedikleri belirlenmiştir. Bu çalışma ile mevcut araştırmanın sonuçlarından, her ikisinin örnekleminde yer alan öğrencilerin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelerinin yaklaşık aynı oranda olduğu söylenebilir. Bilim insanlarının yaptıkları çalışmalarla ortaya koydukları bilgilerin bilimsel bir çalışmanın ürünü olması sebebiyle kesinlikle doğru olacağının ve hiçbir zaman değişmeyeceğinin düşünülmüş olması dikkat çekicidir. Buradan hareketle, öğrencilerin bilimsel çalışmaya yönelik bilgileri ile bilimsel süreç becerilerini anlama şekillerinin bilimin kesin olmayan doğasına yönelik zihinlerinde yapılandıkları düşünceleri olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir. Buna ilave olarak, birçok kaynakta belirtilen “bir şeyin doğru olarak nitelenebilmesi için bilimsel olması gerekir” düşüncesi içinde geçen “bilimsel” ifadesi bireyleri önyargılara itebilir.

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin % 12’si bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” düşünceleri benimsemişken, etkinlikler uygulandıktan sonra bu oran % 82’ye çıkmıştır. Bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin düşüncelerinin belirlenmesi için anketteki sorulara verilen cevaplardan, öğrencilerin ders kitaplarındaki bilgilerin iki sebepten dolayı artık değişebileceğini düşünmeye başladıkları ortaya çıkmıştır. Bunlar; “bilim insanlarının zamanla yeni bilgiler elde edebileceği” ve “bilim insanlarının aynı olayla ilgili olarak yaptıkları gözlemlerin ve sahip oldukları düşüncelerinin zamanla değişebileceği” şeklinde açıklanabilir. Örneğin, atomla ilgili soruya cevap verirken öğrencilerin % 23’ü “bilimsel bilgilerin yeni veriler veya deliller ortaya çıkması durumunda değişebileceğini” % 82’si bilim insanlarının atomun yapısıyla ilgili ve % 71’i ise dinazorların neye benzedikleriyle ilgili olarak hiçbir zaman emin olamayacaklarını savunmuştur. Bilim insanlarının bu konularla ilgili bilgi sahibi olurken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ileri sürmüşlerdir. Bu sonuç, çalışmanın başında katılımcı öğrencilerin çoğunun bilime yönelik gerçekçi bir görüşü benimsediğini, fakat etkinliklerden sonra bu görüşlerin enstrümentaliste doğru kaymaya başladığını ifade etmektedir. Literatürdeki bir çalışmada, öğrencilerin % 60’ının gerçekçi bilim görüşünü “bilim insanları maddeyle ilgili parçacıkların varlığını deneylerle ispatlamıştır”, % 17’sinin ise enstrümentalist görüşü “bilim insanları parçacıkların neye benzediklerini nasıl hareket ettiklerini hayâl ederek açıklayabilir” tercih ettikleri bulunmuştur (Solomon, 1994). Bu sonuç mevcut çalışmanın sonuçlarıyla bir ölçüde tutarlıdır.

Katılımcı öğrencilerin % 71'i çalışmanın başında bir çıkarım ile gözlem arasındaki farkı yeterince bilmemektedir. Bu nedenle bilimin ve bilimsel bilginin çıkarıma dayalı doğasıyla ilgili zayıf düşünceleri benimsemiş oldukları ileri belirlenmiştir. Bu konuda “zayıf” düşüncelere sahip olan öğrenciler, “bilmeyi görmekle eş anlamlı olarak” algılamaktadırlar. Buna ilaveten bir şeyi bilimsel olarak bilebilmek için onun kesinlikle doğrudan izlenebilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Bilim insanlarının bir konuyla ilgili bilgilere ulaşırken onu doğrudan gözlediklerine inanan öğrencilerin, “bir atomun yapısının elektron mikroskobu altında doğrudan gözlenerek” ve “dinozorların bir zamanlar yaşadığının da yine doğrudan gözlenerek” bilinebildiğini ifade etmeleri dikkat çekicidir. Bazı öğrenciler, ankette yer alan dinozorlarla ilgili soruya “bilim insanları dinozorların var olduklarına onlardan kalan fosilleri inceleyerek karar verir” şeklinde fikir belirtmiştir. Fakat “bilim insanları dinozorların görünüş tarzlarıyla ilgili bir şeyleri nasıl bilirler?” sorusuna, bilimin çıkarımsal doğasını yeterli seviyede bildiklerini ortaya koyabilen bir cevap verememişlerdir. Bununla birlikte katılımcı öğrencilerin % 47'sinin ise, dinozorlarla ilgili gözlenen (fosil) ve çıkarılan (eskiden yaşamış oldukları) arasındaki farkın ayırt edilebilmesiyle ilgili “yeterli” düşüncelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın başlangıcında katılımcı öğrencilerin ancak % 29'u bilimin çıkarıma dayalı doğasıyla ilgili “yeterli” düşünceleri benimsemişken, etkinlikler uygulandıktan sonra bu oran % 76'ya çıkmıştır. Bilimin çıkarıma dayalı doğasını “yeterli” seviyede kavrayabilen öğrenciler, bilim insanlarının bir atomu doğrudan gözleyemedikleri için onun yapısının nasıl olabileceğine karar verirken çıkarımları kullandıklarını açıklamıştır. Yine bu öğrenciler, bilim insanlarının dinozorların neye benzediklerine karar verirken topladıkları verilere bağlı olarak çıkarımlarda bulunduklarını belirtmiştir. Etkinliklerin uygulanması bittikten sonra öğrencilerle yürütülen mülâkatlarda onlara “doğrudan gözlenemeyen bir konu hakkında bir şeyler bilebilir misiniz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin tamamına yakını; “evet bilebiliriz fakat bildiğimiz şey yine de % 100 doğru olmaz” şeklinde cevap vermiştir. Bu sonuç, çalışmanın başında “bilmeyi görmekle” eş anlamlı olarak kabul eden öğrencilerin, düşüncelerini bilimin çıkarıma dayalı doğası paralelinde değiştirebildiklerini ifade etmektedir.

Katılımcı öğrencilerin % 76'sı çalışmanın başında bilimin deneysel doğasıyla ilgili “zayıf” düşünceleri benimsemiştir. Bilimin deneysel doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin

çalışmanın başında sahip oldukları kavramlar incelenirken; % 47'sinin “bilmeyi görmekle” eş anlamlı olarak düşündüğü bundan önceki paragraflarda açıklanmıştır. Bu grupta yer alan öğrenciler, bilgi ve veri / delil arasındaki ilişkiyi kurabilmekte veya yakalayabilmekte başarısız olmuştur. Bu duruma, atom ve dinazorlar ile ilgili anket ve mülâkatlarda sorulan sorulara öğrencilerden hiç birinin “bilim insanları bu iki çeşit bilgiyle ilgili karara varırken verileri yani delilleri kullanırlar” ifadesini kullanmamaları örnek olarak verilebilir. Bu grupta yer alan öğrenciler, bilim insanlarının ancak doğrudan gözleriyle görerek bir konuyla ilgili bilgi sahibi olabilecekleri düşüncesinde ısrarcı olmuştur. Bu sonucu destekleyecek şekilde “bilim insanları gözleriyle doğrudan göremeseler herhangi bir şey hakkında bilgi sahibi de olamazlar” açıklamasını yapmışlardır. Bir ortamda nasıl bir olay vuku bulmuş olabileceğiyle ilgili olarak öğrencilerin çok değişik fikirler üretebildiklerini veya tahminlerde bulunabildiklerini herkes tecrübe etmiştir. Bunları başarabilmek için öğrencilerin o ortamda bulunmasına ihtiyaç yoktur. Fakat söz konusu bilimsel bilgi ve bilim insanları olduğunda “bilim insanları bir konuyla ilgili bir şeyleri bilebilmek için onu mutlaka görebilmelidir” açıklamasının yapılması tartışılmalıdır. Bu sonuçta, öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel doğasıyla ilgili düşüncelerine bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili sahip oldukları “zayıf” düşüncelerin etkide bulunduğu söylenebilir. Yani, bilimsel bilgiyi tam, eksiksiz ve mutlak doğru olarak benimseyen öğrencilerin, bilim insanlarını, her şeyi doğru olarak ve doğrudan izleyebilen bireyler olarak zihinlerinde yapılandırdıkları yorumu yapılabilir. Bu bağlamda öğrencilerin bilimsel bilginin kesin olmayan ve deneysel doğasını kavrayabilmeleri için bilim insanlarıyla ilgili zihinlerinde yer alan imajların, doğru yönde yapılandırılmasına ihtiyaç vardır. Her şeyi her zaman tam anlamıyla başarabilen ve her zaman doğru şeyler yapabilen kişileri bilim insanı olabileceği düşüncesinin öğrencilerin zihninden atılmalıdır. Bunu başarabilen veya buna yönelik fırsatlar sunulan öğrenciler “bilim insanları bir şeyi bilmek için onu mutlaka izler” düşüncesini terk edebilirler.

Bu çalışmanın başında katılımcı öğrencilerin ancak % 24'ü, bilimin deneysel doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahiptir. Buna ilaveten öğrencilerin çok azı ise, bilimsel bilgilerin değişimi süresince verilerin oynadığı önemli rolün farkındadır. Etkinliklerin uygulanması bittikten sonra katılımcı öğrencilerin % 82'si, yeni verilerin ve delillerin bulunması durumunda mevcut bilimsel bilgilerin tamamen veya kısmen değişebileceğine inanmaktadır.

Buna ilaveten öğrencilerin % 24'ü, bir atomun yapısını açıklamada delillerin oynadığı rolle ilgili daha “yeterli” düşüncelere sahip olmuştur. Buna benzer ifadeler ankette yer alan dinazorlarla ilgili soruya öğrencilerin verdikleri cevaplarda da ortaya çıkmıştır. Bu grupta yer alan öğrenciler, bilim insanlarının dinazorların neye benzediklerine karar verirken hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmiştir. Yine de, öğrenciler, bilim insanlarının zihinlerinde oluşturdukları düşünceleri topladıkları veriler karşısında kontrol etmelerinin bir ihtiyaç olduğunu savunmuştur. Bu sonuca birçok etkinlikte vurgulanan bilimin doğası kavramının uygulanmasının başarılı olması yol açmıştır. Örneğin, ikinci etkinlik olan Hileli izler etkinliğinde öğrenciler projektörle yansıtılan şekiller de ne olmuş olabileceğiyle ilgili olarak hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak çıkarımlarda bulunmuşlardır. Bu çıkarımların tümü sınıfta sunulduktan sonra, “bazı çıkarımların şekildeki verilerle uyuşmadığı için kabul edilemeyeceğini” açıklamıştır. Bu açıklamayı zihinlerinde yapılandıran öğrenciler, bilim insanlarının da kurdukları çıkarımları ellerindeki verilere dayalı olarak yaptıklarının farkına vararak, bilimin deneysel doğasını “yeterli” seviyede anlayabilmiştir.

Katılımcı öğrencilerin % 76'sı çalışmanın başında bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Bilimin doğasının bu unsuruyla ilgili olarak öğrencilerin benimsedikleri fikirlerde üç farklı eğilim vardır. İlki; öğrencilerin birçoğu (% 47), bilim insanlarının bir atomun yapısıyla ilgili fen kitaplarında açıklanan modele ulaşırken, onu güçlü bir mikroskop altında doğrudan gözlediklerini düşünmektedir. İkincisi; öğrencilerin birçoğu (% 41) dinazorların neye benzediklerinin tanımlanmasının yaratıcı çalışmaları içerdiğini bilmemektedir. Bu gruptaki öğrenciler, bilim insanlarının dinazorların resimlerine bir yolla baktıklarına inanmaktadır. Bilimin doğasıyla ilgili öğrenci anketinde son soruya verilen cevaplardan öğrencilerin % 24'ünün bilim insanlarının hayâlciliği ve yaratıcılığı kullandığına, % 18'inin ise kullanmadığına inandığı belirlenmiştir. Bilim insanlarının çalışmalarında hayâlciliği ve yaratıcılığı kullanmadığını benimseyen öğrencilerin soruya verdikleri cevaplar irdelendiğinde, “eğer bilim bunları kullanırsa yanlış sonuçlara yol açabilir” şeklinde bir düşünceye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle öğrenciler bilimin hayâlcilik ve yaratıcılık olarak bilinen insanî özellikleri kesinlikle içermeyeceğine inanmaktadır. Fakat bilim insanları yaptıkları çalışmaların bütün aşamalarında elde ettikleri verilerden anlam

çıkarmaya çalışırken hem hayâl güçlerini hem de yaratıcılıklarını kullanmaktadırlar (Mccomas, 1996).

Bilimin yaratıcı ve hayâlcî unsurları içerebileceğine inanan % 24'lük bir öğrenci grubunun ankette yer alan 4 ve 5. sorulara verdikleri cevaplar analiz edilmiştir. Bu iki soruda öğrencilerden hayâlcilik ve yaratıcılık kavramlarından ne anladıklarını yazmaları istenmiştir. Bu verilerin analizinden; bilimsel bilginin hayâlcilik ve yaratıcılık boyutlarının olduğuna inanan öğrencilerin birçoğunun bu kavramları soruların sorulma amacından farklı bir şekilde kullandıkları belirlenmiştir. Bu öğrenciler yaratıcılığı, bilgi ve fikir üretmek anlamında değil, başka etkinliklere atıfta bulunmak için kullanmıştır. Hayâlcilik ve yaratıcılık, kimsenin bilemediği bir araç veya ilgi çekici bir deney tasarlayabilmek olarak açıklanmıştır. Bu grupta yer alan öğrencilerden hiç biri, bilim insanlarının atomun yapısının nasıl olduğuna ve dinazorların neye benzediklerine karar verirken hayâllerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını örnek olarak verememiştir. Bu durum, daha önce işlenen fen derslerinde yürütülen çalışmalarda öğrencilere hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanacakları fırsatların sunulmamış olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Buna ilaveten öğrenciler tarafından yapılan çalışmalar ile bilim insanlarınınki arasında hayâllerin ve yaratıcılığın bunlara etkisini ortaya koyabilen açık ve doğrudan bağlantıların kurulmasına ihtiyaç vardır. Meichtry (1992), öğrencilerin öğrendikleri konu alanı ve kullandıkları yöntemler ile bilimin doğasının unsurları arasında ilişki kurulmadığında öğrencilerin bu bağlantıları kolayca kuramayacaklarını belirtmektedir. Bunlara daha önceki derslerde dikkat edilmiş olsaydı, öğrenciler her iki kavramı açıklarken yeni bilgi ve fikir üretebilmek şeklinde cevaplar verebilirlerdi. Bilimin doğasının bu unsurlarını öğrencilere doğru bir şekilde öğretebilmek için, hem öğrencilere bu unsurları kullanabilecekleri fırsatların verilmesi hem de bilim insanlarının sahip olduğu kişisel ve meslekî özelliklerin tanıtılmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın başında katılımcı öğrencilerin ancak % 23'ü, bilimsel bilginin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahipti. Bu oran etkinliklerin uygulanması bittikten sonra % 94'e çıkmıştır. Bu defa öğrenciler, atomun yapısıyla ilgili bilgilerin hem deneysel verilerin hem de yaratıcı ve hayâlcî çalışmaların bir ürünü olduğunu söylemişlerdir. Katılımcı öğrencilerin % 35'i, bilim insanlarının atomun yapısının nasıl olduğuna karar verirken hayâlcîliği ve yaratıcılığı, % 41'i ise bilim insanlarının dinazorların neye benzediğine

karar verirken hayâlciliği ve yaratıcılığı kullandıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, katılımcıların % 94'ü, bilimin doğası öğrenci anketindeki son soruya “bilim insanları yaptıkları bilimsel çalışmalarda hayâlciliği ve yaratıcılığı kesinlikle kullanırlar” şeklinde cevap vermiştir. Bu sonuç, etkinliklerde vurgulanan bilimin doğasının hayâlcî ve yaratıcı unsurlarının öğrenciler tarafından öğrenildiğini, dolayısıyla, uygulanan etkinliklerin başarılı olabildiğini ortaya koymaktadır.

4.2. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Fenne Yönelik Tutumlarına Etkisi

Bu çalışma kapsamında hazırlanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlamadan bir hafta önce, tasarlanan tutum anketi öğrencilere uygulanmıştır. Bu anket etkinliklerin uygulanması tamamlandıktan bir hafta sonra öğrencilere yeniden uygulanmıştır. Likert tipinde hazırlanan ve tam metni Ek 4'te verilen bu ankette elde edilen veriler, SPSS 11.5 istatistik paket programıyla analiz edilmiştir. Bu yolla her bir öğrencinin fenne yönelik ortalama tutum puanları hesaplanmıştır. Etkinliklerin öğrencilerin fenne yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığına karar verebilmek için, her iki uygulamadan elde edilen tutum puanları bağımlı t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu analiz sonucunda, her iki tutum puanları arasında [$t_{(16)} = - 4,709$, $p < .01$] düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Etkinliklerin uygulanmasından önce öğrencilerin tutum puanlarının aritmetik ortalaması $\bar{x}_{\text{ön}} = 38.52$ iken uygulama sonrasında bu puan $\bar{x}_{\text{son}} = 44.47$ 'ye çıkmıştır. Bu sonuç, bilimin doğası etkinliklerin öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını arttırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu sonuca varılırken tutum puanlarındaki artış uygulanan etkinliklerin bir sonucu olarak kabul edilmiştir. Etkinliklerin uygulanması süresince öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını etkileyebilecek başka bir faktörün olmadığı varsayılmıştır.

Tablo 17. Fenne yönelik tutum anketi sonuçlarının karşılaştırılması

ÖLÇÜM	N	$\bar{x}$	S	sd	t	p
Öntest	17	38.52	5.10	16	-4.709	.000
Sontest	17	44.47	3.85			

Bu sonuç, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin sadece bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerini “zayıf” seviyeden “yeterli” seviyeye taşımadığını, aynı zamanda da fenne yönelik tutumlarını da olumlu ölçüde etkileyebildiği şeklinde yorumlanabilir. Burada bir başka noktanın açıklanmasına ihtiyaç vardır. Her ne kadar öğrencilerdeki tutum değişikliği öğretim etkinliklerinin doğrudan bir sonucu olarak kabul edilmesine karşın, etkinliklerin uygulanması boyunca öğrenci-öğretmen, öğrenci-araştırmacı etkileşimlerinin, hazırlanan öğrenci panosunun ve öğrenci çalışmalarıyla ilgili kayıtların öğrencilerle paylaşılmasının, tutum değişikliğinde katkısı olabilir. Bu faaliyetler öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını arttırmak için değil, bilimin doğasıyla ilgili uygulanan etkinliklere öğrencilerin katılmalarının sürekliliğini sağlamak için yapılmıştır. Bu noktada başarılı olunduğuna inanılmaktadır. Bilimin doğasıyla ilgili etkinliklere katılan öğrenciler, hem bilimin doğasını öğrenme hem de arkadaşlarıyla birlikte ortak çalışmalar yürüterek eğlenme fırsatı bulmuştur.

Birçok çalışmada bilimin doğasının niçin önemli olduğu açıklanmıştır (Harty vd., 1991; Aldridge vd., 1997). Bu çalışmaların birinde Harty ve meslektaşları (1991), bilimin doğasının öğrenilmesi ve öğrencilerin fenne yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada iki sonuç bulmuştur. (i) bilimin doğasının unsurlarının doğru bir şekilde öğrenilmesi fenne ve fen öğretime karşı öğrencilerin sahip oldukları olumlu tutumlardan bağımsızdır ve (ii) bilimin doğasının öğrenilmesi öğrencilerin fenne ve fen öğretime karşı tutumlarını pozitif yönde değiştirebilir. Harty ve meslektaşlarının yaptığı (1991) çalışmada ulaştıkları ikinci sonuç, mevcut araştırmada ulaşılan sonuçla uyusmaktadır. Yani, bilimin doğasını “yeterli” seviyede öğrenen öğrencilerin fenne yönelik tutumları da olumlu yönde değişmektedir. Fenne karşı öğrenci tutumları ile başarıları arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu bağlamda öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını arttırmak ve bu yolla başarılarının da artmasına yardımcı olabilmek için bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğrencilere öğretilmesine ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, öğrencilerin fenne yönelik tutumlarının değiştiği değerlendirilmesinde bulunulurken, sadece tutum anketi verilerine bakılmamıştır. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin her biri uygulandıktan sonra öğrencilere yazdırılan yansıtıcı yazıların analizi de öğrencilerin fenne karşı tutumlarının değiştiğini ifade etmektedir. Yani, katılımcı öğrenciler, etkinliklerin hem kendilerine bilimin doğasıyla ilgili çok şey öğrettiğini hem de fenne yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştirdiği yazdıkları cümlelerde belirtmiştir.

Etkinlikler benim fenni sevmeme yol açtı. Fen bilgisini oldum olası sevmeyen bir insanım fakat bu etkinlikler benim fen bilgisini çok sevmeme neden oldu. Öğretmenimiz sayesinde bilim hakkında birçok şey; bilimin oluşumu, gelişimi ve sonucunu öğrendik...[K4]

Bu etkinlikleri çok sevdim, derslerimi çok etkiledi. Büyük bir başarı gördüm. Bilim hakkında çok şey öğrendim. Bilimin neye dayandığı ve ne ile çalıştığı hakkında bilgim oldu... [K9]

4.3. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşleri Üzerindeki Etkisi

Bu çalışma kapsamında incelenen öğrencilerin her birinin, bilimin doğasının dört temel unsuruyla ilgili sahip oldukları kavramlar anket ve mülakat çalışmalarıyla analiz edilmiştir. Bunlarla ilgili ortaya çıkan sonuçlar bundan önceki sayfalarda tartışılmıştır. Bununla birlikte, tasarlanan öğretim etkinlikleri uygulanmaya başlanmadan bir hafta önce ve uygulama tamamlandıktan bir hafta sonra, öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik düşünceleri nicel olarak belirlenmiştir. Bunun için Likert tipinde hazırlanan ve tam metni Ek 4'te verilen bir anket kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Her bir madde için ilk ve son uygulamada tespit edilen frekans ve % değerleri hesaplanmış ve farklı olduğu tespit edilen anket maddeleri bire bir karşılaştırılmıştır. Bu yolla ulaşılan sonuçlar, katılımcı öğrencilere uygulanan etkinliklerde vurgulanan bilimin doğasının unsurları paralelinde analiz edilmiştir. Etkinliklerin öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik düşüncelerine etkisi karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının açık bir şekilde ortaya koyulabilmesi açısından anket ve mülakat verilerini desteklemek için kullanılmıştır.

Tablo 16 (sayfa 168); katılımcı öğrencilerin çalışmanın başında ve sonunda bilimsel bilgi anketindeki sorulara verdikleri cevapları içermektedir. Buradan elde edilen verilere göre, her iki uygulama sonucu arasında önemli farklılıklar vardır. Bu sonuç bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik fikir, duygu, düşünce ve inançlarını değiştirebildiği şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte bilimsel bilgi anketinin ilk ve son uygulamalarında öğrenci düşüncelerindeki değişimin en fazla olduğu maddelerin incelenmesine ihtiyaç vardır. Bu yolla öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili sahip oldukları kavramların nasıl değiştiği hakkında ilave bilgi verebilir.

Bu anketteki 4. soru olan; *“bilim insanlarının önyargıları yapacakları çalışmaları etkiler”* maddesine; başlangıçta öğrencilerin % 47’si “katılıyorum” derken, bu oran uygulama tamamlandıktan sonra % 71’e çıkmıştır. Bununla birlikte, başlangıçta “bir fikrim yok” şeklinde cevap veren öğrencilerin oranı % 47’den % 18’e düşmüştür. Başlangıçta konuyla ilgili bilgisinin olmadığını belirten öğrencilerden biri hariç diğerleri, bilim insanlarının önyargılarının yapacakları çalışmaları etkileyebileceği yönünde yeni bir bilgi kazanmıştır. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri, bilim insanlarının da birer insan olduğunu, bilim insanlarının objektif değil çoğunlukla öznel davrandıklarını, araştırdıkları soruyla ilgili bir takım önyargılara sahip olabildiklerini, bunların ise yapacakları çalışmalarla ulaşacakları sonuçları büyük ölçüde etkileyebileceğini öğrencilere kavratılabilmekte başarılı olmuştur.

Bu ankette 5. soru olan *“bilim insanlarının hayâl güçleri ve yaratıcılıkları yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler”* maddesine; başlangıçta öğrencilerin % 65’i “katılıyorum” şeklinde cevap vermiş iken, bu oran çalışmanın sonunda % 77’ye çıkmıştır. Bu soruya başlangıçta “bir fikrim yok” şeklinde cevap veren öğrencilerden ikisi düşüncesini “bilim insanlarının hayâl güçleri ve yaratıcılıkları yaptıkları bilimsel araştırmaları etkiler” ve yalnızca biri “etkilemez” şeklinde değiştirmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin bilimin hayâlcisi ve yaratıcı doğasıyla ilgili düşüncelerinin değerlendirildiği anket ve mülâkat verileriyle uygundur. Bu bağlamda, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğrencilerin bilimin ve bilimsel bilginin hayâlcisi ve yaratıcı doğasını “yeterli” ölçüde kavrayabilmeleri üzerinde başarılı olduğuna inanılmaktadır.

Bu anketteki 6. soru olan; *“bilim sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulur”* maddesine başlangıçta öğrencilerin % 12’si “katılıyorum” derken, bu oran çalışmanın sonunda

% 41'e çıkmıştır. Bu soruya başlangıçta “bir fikrim yok” şeklinde cevap verenlerin oranı ise % 53'den % 18'e düşmüştür. Bu soruya “katılmıyorum” şeklinde cevap verenlerin sayısı bir kişi artmıştır. Bu sonuç, başlangıçta bilimin sorulara kesin olmayan cevaplar bulduğuyla yani bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili bir fikri olmadığını düşünen öğrencilerin biri hariç diğerlerinin düşüncesini “katılıyorum” şeklinde değiştirdiğini belirtmektedir. Bu durum, her ne kadar öğrencilerin birçoğunun bilimin ve bilimsel bilginin doğasını kavradıklarını ima eden cevabı verdiklerini ortaya koysa bile, öğrencilerin % 41'inin bunun tam tersi cevaplar vermeleri beklenmedik bir sonuçtur. Bu sonuç öğrencilerin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili düşüncelerinin ortaya konulması için anket ve mülâkatlarla ulaşılan profillerle de uygun değildir. Bu durum, öğrencilerin bilimin ve bilimsel bilginin doğasıyla ilgili kavramlarının yalnızca nicel ölçme araçlarıyla değerlendirilmesinin pek doğru olamayacağını düşündürür. Lederman ve meslektaşları (2002) bu durumu, “nicel ölçme araçları bir kişinin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramların doğru görüntülerini ortaya koyamaz ve öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramları en iyi nitel ölçme araçlarıyla analiz edilebilir” şeklinde savunmuştur.

Bu anketteki 8. soru olan; “*bilim insanların birçoğu kendi başlarına çalışır*” maddesine başlangıçta “katılıyorum” şeklinde cevap veren öğrencilerin oranı % 59'dan % 68'e çıkmıştır. Konu hakkında bir fikri olmadığını belirtenlerin oranı ise % 35'den % 12'ye düşmüştür. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra bu öğrencilerin biri, düşüncesini “katılıyorum” şeklinde ve üçü ise “katılmıyorum” şeklinde değiştirmiştir. Bilimin doğasının öğretilmesi için uygulanan birçok etkinlikte birlikte çalışan öğrencilerin kendilerini sık sık bilim insanı olarak kabul ettiklerini ifade etmelerine karşın, nicel ölçümlerde böyle bir sonucun ortaya çıkması beklenmeyen bir sonuçtur. Bunun iki nedeni olabilir. (i) öğrenciler takım çalışmalarına başlamadan önce incelenen bilimin doğası kavramlarıyla ilgili ön düşüncelerinin ve yapılacak tartışmaların içeriğinin belirlenmesi için bireysel olarak çalışmıştır. Örneğin, ikinci etkinlikte yaptıkları gözlemleri ve çıkarımları önce kendi çalışma kâğıtlarına bireysel olarak kayıt etmişler, kara kutu etkinliklerinde ilk başta bireysel modeller kurmuşlardır. (ii) öğrenciler ankette yer alan bu maddeyi işaretlerken yeterince dikkatli olmamıştır. Birlikte çalışmanın önemi etkinliklerde özellikle vurgulanmıştır. Küpler ve kara kutu etkinliklerinde öğrencilerin gözlem verilerini birleştirmelerinin incelenen olayla ilgili

doğruya daha yakın bilgilere ulaşılmasına yol açabileceği açıklanmıştır. Bilim insanlarının çoğunlukla ortak çalışma yaptıkları öğrencilerin yazdıkları kâğıtlarda birçok kez açıklanmıştır:

[Bu etkinliklerle] gözlem yapmayı, grupla birlikte çalışmayı öğrendik. Bilim insanları da aynen bizim gibi gözlem yapıyorlar, bazı arkadaşlarıyla birlikte çalışıyorlar. Biz de onlar gibi grupla birlikte çalışmayı, düşünmeyi ve birbirimizin fikirlerine saygılı olmayı öğrendik [E2]

... Bilim insanları da bizim gibi yapar. Arkadaşlarıyla tartışarak bazı bilgilere ulaşır, bizler de bilim insanları gibi gözlem yaptık ve araştırdık...[K7]

Bu anketteki 9. soru olan; “*bilim başarısız olabilir*” sorusuna başlangıçta “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı % 24 iken, uygulama bittikten sonra bu oran % 71’e çıkmıştır. Bu sonuç, etkinliklerin öğrencilerin bilimsel çalışmaların her zaman doğru olamayacağını veya şu anda kabul edilen bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceğini öğrendiklerini yansıtır. Bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili öğrenci düşüncelerinin Tablo 7 ve Tablo 12’teki dağılımı ile nicel anket verileri arasında yakın bir ilişki vardır.

Bu anketteki 14. soru olan; “*bilim insanlarının ırkı, cinsiyeti, milliyeti veya dini yaptığı bilimi etkileyebilir*” maddesine başlangıcında “evet” diyenlerin sayısı değişmezken, “bir fikrim yok” diyenlerin sayısı % 59’dan % 24’e düşmüş, “katılmıyorum” diyenlerin sayısı ise % 12’den % 47’ye çıkmıştır. Bu sonuç başlangıçta “bir fikrim yok” diyen öğrencilerin düşüncelerinin zamanla “katılmıyorum” şeklinde değiştiğini ifade etmektedir. Bu sonuca öğrencilerin soruda tanımlanan sosyal unsurların ne anlam ifade ettiğini bilememesi veya öğretim etkinlikleri boyunca bu konularla ilgili örneklerin tartışılmaması yol açmış olabilir. Buna karşın, öğrenciler, hem etkinlik uygulamalarında hem de yansıtıcı yazılarda bilim insanlarının farklı deneyim, düşünce ve fikirlere sahip olduklarını söylemiştir. Bu nedenle aynı olayla ilgili olarak yaptıkları çıkarımların ve kurdukları modellerin de değişik olabileceğini belirtmiştir. Fakat sosyal ve kültürel unsurların bilimsel araştırmalara etkide bulunduğunu dile getiren öğrencilerin nicel ölçümlerde tam tersi cevap vermiş olmaları şaşırtıcıdır. Bu sonuç örneklemdeki ilköğretim öğrencilerinin seviyelerinin bilimin sosyal ve kültürel doğasını kavrayabilmek açısından uygun olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Bu anketteki 15. soru olan “*bilim insanları, aynı sorunun çözümü hakkında farklı fikirlere sahip olabilir*” maddesine, başlangıçta “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı

% 35 iken, bu oran çalışmanın sonunda % 59'a çıkmıştır. Bu soruyla ilgili olarak “bir fikrim yok” diyenlerin oranı da % 53'den % 35'e ve “katılmıyorum” diyenlerin oranı da % 12'den % 6'ya düşmüştür. Buradan, araştırmanın sonunda öğrencilerin % 65'inin bilimsel bilginin çıkarıma dayalı doğasını öğrenebildikleri söylenebilir. Bu sonuç ile Tablo 12'te öğrencilerin bilimin doğasının çıkarıma dayalı doğasıyla ilgili elde ettikleri “yeterli” kavramların oranı (% 76) arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu çalışmada uygulanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin bilimin çıkarıma dayalı doğasını öğrencilere öğretebilmekte başarılı olduğu hem nitel hem de nicel ölçme araçlarıyla ortaya koyulmuştur.

Bu ankette son soru olan; *“bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı bilimin zayıf yönlerinden biridir”* maddesine başlangıçta “katılıyorum” şeklinde cevap verenlerin oranı % 35'den % 59'a çıkarken, “bir fikrim yok” diyenlerin oranı ise % 53'den % 35'e düşmüştür. Bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı, ulaşılan bilimsel bilgilerin kabul edilebilirliği yani doğruluğu açısından bilimin olumsuz bir tarafı olarak kabul edilebilir. Buna karşın, bilim insanları arasındaki fikir ayrılığı aynı konuyla ilgili daha çok araştırmayı teşvik etmesi yani, farklı bilim insanlarının farklı araştırmalar yapması bağlamında bilim ve bilimsel bilgilerin zenginleşmesine katkı yapabilir. Bu nedenle, bilimin olumsuz değil tam aksine olumlu bir boyutunu içerir. Fakat öğrencilerin, anketteki bu maddeyi yalnızca bilimsel bilgilerin doğruluğu açısından analiz ettiklerine inanılmaktadır. Bilimin doğasının öğretilmesi bağlamında uygulanan etkinliklerde tartışılan örneklerde bilim insanlarının ortak bir fikre varamadıkları hususu birçok kez vurgulanmıştır. Bundan dolayı, öğrenciler, yapılan tartışmalardan *“bilim insanları araştırdıkları konularda vardıkları sonuçlar üzerinde hiçbir zaman fikir birliğine varamadıkları için, bilim ve bilimsel bilgiler eksiktir”* şeklinde bir anlam çıkarmış ve bu durumu bilimin zayıf bir yönü olarak kabul etmiş olabilir. Buna karşın, bilimsel bir bilgi üzerinde fikir birliğine varılsa bile bu bilgin yine de doğru olamayacağı açıktır. Bu durum yapılan etkinliklerde vurgulanmıştır. Örneğin, “Yaşlı Öğretmen” etkinliğinde bütün öğrenciler ekranda yaşlı bir öğretmenin olduğu konusunda ortak bir fikre ulaşmalarına rağmen, bunun doğru olmadığını tecrübe etmişlerdir. Benzer şekilde, küpler etkinliğinde, birlikte çalışan öğrenciler arasındaki fikir ayrılığı öğrencilerin küpün tabanındaki sayının ne olduğu konusunda daha kuvvetli veriler elde etmelerine yol açmıştır.

Bilimsel bilgi anketinin ilk ve son uygulama verilerinin karşılaştırılmasından özetle, bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra öğrencilerin birkaçı hariç diğerleri, bilimin kesin olmayan, hayâlcî ve yaratıcı, çıkarıma dayalı ve sosyal-kültürel doğası ile ilgili “yeterli” düşüncelere sahip olmuştur. Bu bağlamda, bilimsel bilgi anketi verileri öğrencilerin bilimin doğası profillerine kaynak teşkil eden anket ve mülâkat verilerini büyük ölçüde desteklemektedir. Fakat yinede bilim ve bilimsel bilginin doğasıyla ilgili yapılan nicel ölçümlerin tek başlarına yeterli olamayacağı değerlendirilmesi yapılabilir.

4.4. Etkinliklerin Katılımcı Öğretmenin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramları Üzerindeki Etkisi

Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NRC, 1996) ve Bilimsel OkurYazarlık Kriterler (AAAS, 1993) dokümanlarında; öğretmenlerin öğrencilerine yalnızca bilimsel araştırma yürütebilmek için ihtiyaç duyacakları becerileri ve bilimsel bilgileri kazandırmalarının yeterli olamayacağını, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili bilgileri kazanmaları için onlara yardımcı olmaları da gerektiğini ileri sürmektedir. Katılımcı öğretmenin bilimin doğasının yedi temel unsuruyla ilgili sahip olduğu kavramları ortaya koyabilmek için, literatürden alınan anket formu Türkçe’ye adapte edilerek kullanılmıştır. Bu ankette yer alan sorularla öğretmenin bilimin deneysel, teori-yüklü, hayâlcî ve yaratıcı, çıkarıma dayalı, sosyal-kültürel ve kesin olmayan doğası ile ilgili düşünceleri belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan ve ta metni Ek 3’te verilen anket formu çalışmanın başında ve sonunda olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Bu anket formu literatürdeki birçok çalışmada öğretmenlerin ve özellikle de öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerini tespit etmek amacıyla kullanılmıştır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Lederman vd., 2001; Schwartz vd., 2000). Her iki anket uygulaması sonucunda elde edilen veriler aşağıda tartışılmıştır.

Tablo 7 (sayfa 91) bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulanmadan önce yapılan anket ve mülâkatlarda öğretmenin bilimin doğasının yedi unsuruyla ilgili düşünceleri verilmiştir. Bu verilerden başlangıçta öğretmenin bilimin doğasının yaratıcılık ve hayâlcilik ile gözlem ve çıkarım arasındaki fark dışındaki unsurları hakkında “zayıf” düşüncelere sahip olduğu söylenebilir. İncelenen öğretmen, bilimin deneysel doğasıyla ilgili olarak bilgi ile delil ve teori

ile yasa arasındaki farkı “yerince” açıklayamamıştır. Bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili verdiği cevaplarda çelişkiler vardır. Bilimin evrensel olması nedeniyle sosyal-kültürel etmenlerden etkilenmeyeceğini düşünmüştür. Bunlara ilaveten, bilimin teori-kökenli doğasını algılamakta başarısız olmuştur.

“Bilimsel bilgilerin değişebilmesi için deneylere ihtiyaç var mıdır?” sorusuna evet şeklinde cevap vermiştir. Buna karşın, bilimsel deneylerde yeni verilerin elde edildiğini ve dolayısıyla aynı konuda yapılan yeni deneylerle ulaşılan yeni verilerin bilimde değişime yol açabildiğini açıklamakta “yeterli” olamamıştır. Bu çalışmada incelenen öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu “zayıf” düşüncelere paralel olacak şekilde yurt dışında görev yapan birçok öğretmen de bilimin doğasıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir (Akerson ve Abd-El-Khalick, 2003). Bu bağlamda ilk anket ve mülâkatlarda ortaya çıkan araştırma verileri literatürdeki birçok çalışmada belirtilen “öğretmenlerin birçoğunun bilimin doğasıyla ilgili “yeterli” kavramlara sahip olmadıkları” sonucuyla uygundur (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Akerson vd., 2000; Gallagher, 1991; King, 1991; Lederman, 1992).

Tablo 13 (sayfa 164), bilimin doğası öğretim etkinlikleri uygulandıktan sonra öğretmenin son ankette bilimin doğasının yedi unsuruyla ilgili verdiği cevapları içermektedir. Bu cevaplar incelendiğinde; hazırlanan etkinlikleri kendi sınıfında uygulayan öğretmenin, bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının “bir teori ve yasa arasındaki fark olduğu” hariç “yeterli” düzeye çıktığı söylenebilir. Başlangıçta, öğretmenin, bilimin doğasının ikisi hariç (gözlem ve çıkarım arasındaki fark, hayâlcilik ve yaratıcılık) diğer unsurlarıyla ilgili “zayıf” düşüncelere sahip olduğu önceki paragraflarda belirtilmiştir. Bu sonuç, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğretmenin bilimin doğasının altı unsuruyla ilgili kavramlarını “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye çıkardığını ifade etmektedir. Buradan, bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir şekilde öğrencilere öğretilmesinin, yalnızca öğrencilerin değil aynı zamanda öğretimi yapan öğretmenin de bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerini değiştirebildiği sonucuna varılabilir. Buna benzer şekilde, Akerson ve Abd-El-Khalick (2003) tarafından yürütülen bir çalışmada, incelenen bir öğretmenin bilimin doğasını öğrencilerine öğretebilmek için sarf ettiği çaba araştırılırken, aynı zamanda bu süreçte öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının nasıl değiştiği de değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın verilerinden, incelenen öğretmenin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili olarak “bilimsel bir teori ve yasa arasında fark

olduğu” hususundaki ön kavramlarının araştırma süresince “zayıf” düzeyde kaldığı sonucuna varılmıştır. Bu durumuna neden olarak, öğretmenin uyguladığı etkinliklerde bu unsurun yer almaması yani bilimsel bir teori ve yasa arasındaki farkla ilgili herhangi bir etkinliğin veya tartışmanın sınıfta yapılmaması verilmiştir. Benzer şekilde, mevcut çalışmada da, fen bilgisi öğretmeni uyguladığı etkinliklerin hedeflerine paralel şekilde, bilimin deneysel, çıkarıma dayalı, kesin olmayan, hayâlcî ve yaratıcı unsurlarını vurgulamıştır. Bu unsurlarla ilgili olarak başlangıç düşünceleriyle karşılaştırıldığında öğretmen oldukça “yeterli” düşüncelere sahip olmuştur. Uygulanan etkinliklerin bazılarında (Yaşlı Öğretmen!) kısmen de olsa bilimin sosyal-kültürel ve teori-yüklü doğasına atıfta bulunulmuştur. Bu etkinlikler öğrencilerin bilimin sosyal-kültürel ve teori-yüklü doğasına ilgili kavramları benimseyebilmesini sağlamazken, öğretmenin bu unsurlarla ilgili kavramları kazanmasına yol açmıştır.

Bu son anket ve mülâkat verileri detaylı olarak analiz edildiğinde; öğretmenin bilimsel bilgilerin üretilmesinde deneylerin, delillerin, modellerin rolünü net bir şekilde açıklayabildiği, aynı olayla ilgili farklı modellerin kurulmasının mümkün olduğunu (örneğin atom modeli), fakat bu modellerin gerçeğin % 100 kopyaları olmadığını ve dolayısıyla kesin doğru olmadıklarını kavrayabildiği sonucuna varılmıştır. Bir kişinin geçmiş yaşantılarının bir olayı yorumlamasında çok önemli olduğundan hareketle, öğretmen, hem bilimin sosyal-kültürel hem de teori-yüklü doğası ile ilgili “yeterli” kavramlara sahip olmuştur. Bu durumu öğretmen, “aynı kişinin farklı zamanlarda aynı veriden değişik anlamlar çıkarmasının mümkün olabileceği” açıklamasıyla desteklemiştir. Bu verilerin tümü, doğrudan-yansıtıcı öğretim etkinliklerini kendi sınıfında uygulayan öğretmenin, bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinde önemli değişimlerinin olduğunu yansıtmaktadır. İncelenen öğretmen, bilimin doğasıyla ilgili anket ve mülâkatlarda sorulan sorulara cevap verirken ve bunları örneklendirirken, çoğunlukla etkinlikler içerisinde tartışılan örnekleri yinelemiş ve bunun dışına çıkamamıştır. Bu durum iki şekilde yorumlanabilir; (i) öğretmen bilimin doğasının unsurları ile fen konu alanı arasında bir ilişki kuramamaktadır veya (ii) öğretmenin fen konu alanıyla ilgili bilgileri sınırlıdır. Fakat bu konular etrafında tartışabilmek için öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kazandığı “yeterli” düşünceleri sınıf uygulamalarına nasıl dönüştürdüğünün incelenmesine ihtiyaç vardır. Literatürde bu konuyla ilgili birçok çalışma vardır. Bu çalışmalarda özetle öğretmenlerin bilimin doğasını bilmelerinin onu sınıflarında başarılı bir şekilde uygulayabilmeleri açısından

yeterli olmadığı belirtilmektedir (Lederman ve Zeidler, 1987; Duschl ve Wright, 1989; Brickhouse, 1991; Gallagher, 1991). Bunun için öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili pedagojik konu alanı bilgisine sahip olmaları gerektiği vurgulamaktadır (Lederman, 1992). Bununla birlikte, öğretim programlarıyla ilgili sınırlılıkların, yönetim politikalarının ve öğretim ortamlarının tasarımının da, bir öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramları sınıf uygulamalarına dönüştürebilmesi büyük ölçüde etkileyebildiği belirtilmektedir (Lederman, 1992).

4.5. Etkinliklerin Başarısının Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında tasarlanan bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin değerlendirmesi yapılırken; (i) uygulanan her bir etkinlikten sonra öğrencilerin ve öğretmenin yazmış olduğu yansıtıcı yazılara, (ii) uygulamanın tamamlanmasıyla birlikte öğrencilerin genel olarak yazmış olduğu son yansıtıcı yazılara, (iii) öğretmenin kendisiyle birlikte yapılan son mülâkatta sorulan sorulara vermiş olduğu cevaplara, (iv) etkinlik uygulamalarının ses ve görüntü kayıtlarına bakılmıştır.

Yapılan her bir etkinlikten sonra öğrencilerin yazmış olduğu yansıtıcı yazılara bakıldığında; etkinliğin hedefleri arasında yer alan bilimin doğasının unsurlarını kavrayabildikleri, etkinliklerin uygulama sürecini ilgiyle takip ettikleri ve etkinliklere aktif bir şekilde katıldıkları sonucuna varılabilir. Bununla birlikte, öğrenci yazılarında dikkati çeken bir başka nokta; öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili bilgilerinin her bir etkinlikten sonra biraz daha fazla arttığı ve yazılarında buna örnek olabilecek ifadelerin yer aldığı olmuştur. İncelenen fen bilgisi öğretmeni, yansıtıcı yazılarında sadece öğrencilerinin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili neler öğrendiklerine değil aynı zamanda bilimin doğasıyla ilgili kendisinin sahip olduğu bilgi yapısının nasıl değiştiğine de atıfta bulunmuştur. Örneğin, ikinci etkinlikle ilgili öğretmen yazı kâğıdında “öğrenciler bilimde aynı veriye bakan insanların farklı çıkarımlarda bulunabileceklerini fark ettiler. Tabi öğrencilerin yanı sıra bunu ben de fark etmiş oldum” şeklinde bir cümle vardır. Yani öğretmen, uyguladığı etkinlikleri sadece bilimin

doğasını öğrencilere öğretmek için değil aynı zamanda kendi öğrenmesi için de bir fırsat olarak görmüştür. Bu durum son mülakat verilerinde açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin uygulanma süreciyle ilgili ses ve video kayıtlarının analizlerine bakıldığında; öğretmenin doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimini etkin bir şekilde yürüttüğü, birlikte çalışan öğrencilerin tümünün hem zihinsel olarak hem de psiko-motor olarak eylemde bulunmalarını ve çaba harcamalarını teşvik etmeye çalıştığı belirlenmiştir.

Bilimin doğasıyla ilgili etkinlikler kapsamında öğrencilerin bireysel olarak veya grup çalışması şeklinde değişik modeller hazırlamalarının teşvik edilmesi, etkinliklerin çalışma yaprakları ve ev ödevleri yardımıyla desteklenmesi, bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinde önemli rol oynamıştır. Her bir etkinlik içinde, doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin vurgulanması bağlamında bazı noktalara dikkat edilmiştir. Etkinliklerin işleniş esnasında öğretmen yaptığı açıklamalarla, öğrencilerin etkinlikler ve bilimin doğasının unsurları arasındaki ilişkiyi kurmaları için sorular sormuştur. Literatürdeki çalışmalar, öğrencilerin sınıfta yapılan etkinlikler ile bilimin doğasının unsurları arasındaki ilişkiyi kendi başlarına kuramadıklarını ifade etmektedir (Meichtry, 1992). Bu bağlamda, öğrencilerin bu ilişkinin farkına varabilmeleri için öğretmenin doğrudan açıklamalarda bulunması mevcut çalışmada dikkate alınmıştır.

Bilimin doğasının öğretimi bilişsel bir öğretim hedefi olarak dikkate alınmalıdır. Buna hedefe ulaşabilmek için tasarlanmış özel öğretim etkinliklerine ihtiyaç vardır ve öğrenciler bilimin doğasının unsurlarını doğrudan öğretildiği bağlamlarda en iyi öğrenebilir (Lederman, 1999; Matkins vd., 2002). Bu bağlamda mevcut çalışmada öğretmen, uyguladığı etkinliklerin bilişsel hedefleri arasında bilimin doğasının unsurlarının yer aldığını kavramış ve etkinlikleri kendisine verilen işlem sırasını dikkate alarak uygulayabilmiştir. Bu etkinliklerin uygulanması esnasında öğretmenin öğrenme ortamından ve öğrencilerden kaynaklanan hiçbir sorun yaşamamış olması, etkinliklerin araştırmanın yapıldığı öğrenci seviyesi için uygulanabilir olduğu sonucunu ortaya koyabilir. Bu sonucu, öğretmenin yazdığı yansıtıcı yazılarda etkinliklerin içeriğine ve işlenişine yönelik hiçbir olumsuz eleştiri yapmamış olması ve ayrıca öğrencilerin yansıtıcı yazılarında etkinliklerden hem bilim hakkında çok şey öğrendiklerini hem de büyük zevk aldıklarını belirtmeleri desteklemektedir. İncelenen öğretmenin son

mülâkatta bilimin doğasının ancak bu çalışma kapsamında uygulanan etkinlikler veya benzer etkinliklerle doğrudan öğretilmesi gerektiğini düşünmesi, bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinde doğrudan-yansıtıcı öğretim yaklaşımının önemini kavradığını ortaya koyar. Lederman (1999) tarafından yapılan bir çalışmada öğretmenlerin sınıflarında bilimin doğasını açıkça öğretmelerinin beklendiğini vurgular. Konuyla ilgili yapılan birçok araştırmanın sonucu, bilimin en başarılı şekilde doğrudan öğretilbileceğini destekler (Abd-El-Khalick, 1998; Abd-El-Khalick vd., 1998).

Bu çalışma öğrencilerin % 76'sının (Tablo 12) bilimin doğasının dört unsuru- bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma bağlı ve yaratıcı ve hayâlcî doğası – ile ilgili düşüncelerini “yeterli” düzeye çıkarmıştır. Bilimin doğasının farklı unsurlarıyla ilgili öğrenci düşünceleri bazı unsurlar için - örneğin bilimin yaratıcı ve hayâlcî doğası - % 96'lara çıkmıştır. Bilimin deneysel doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahip olan öğrencilerin aynı zamanda da bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili daha “yeterli” düşünceleri benimsemiş olması önemlidir. Bilimin doğasıyla ilgili yaratıcı ve hayâlcî bir düşünce kazanmanın kolay olmadığı belirtilmektedir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Buna karşın mevcut çalışmada öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu düşünceyi benimsedikleri sonucuna varılmıştır. Bilginin bilim insanları tarafından keşfedilen bir şey değil, bir insan ürünü olduğu öğrencilere hissettirilmelidir. Bu durumda, öğrencilerin bu unsuru rahatlıkla kavrayabilecekleri düşünülmektedir.

Literatürdeki araştırmalarda, öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmelerinde üç faktörün etkili olduğu belirtilmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Driver vd., 1996). Bunlardan birincisi, araştırmanın süresidir. Katılımcı öğrenciler bu çalışma boyunca 10 hafta ve her hafta için 40 dakikalık iki ders saatinde bilimin doğasını incelemiştir. Katılımcı öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili başlangıçtaki düşünceleri bilimin doğasının kabul edilen unsurlarıyla uygun değildir. Fakat bu kavramların 2.5 aylık yoğun bir bilimin doğası öğretimiyle değiştirilebileceği çalışılan örneklemele başarılabilmektedir. İkincisi; öğrencilerin sahip oldukları konu alanı bilgisi ve bilimin doğası ile ilgili fikirlerindeki kararlılıkla ilgilidir. Bu bağlamda, bilimin içeriği veya bilimin doğasıyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavramların değiştirilmesinin zor olduğu veya kapsamlı bir öğretime ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Driver vd., 1996; Wandersee vd., 1994). Bu çalışmada gerçekten de

öğrencilerden birkaçının (K9, K11 ve E6) bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları değiştirebilmek mümkün olamamıştır. Bu öğrenciler bilimin doğasıyla ilgili sınıfta yapılan bütün açıklamalara ve tartışmalara rağmen “bilimsel bilgilerin kesin doğru olacağı” şeklindeki düşüncelerini terk etmemiştir. Bu üç öğrenci, fen derslerindeki akademik başarılarına bağlı olarak son çalışma grubunda yer almıştır. K9 ve K11 nolu öğrencilerin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili başlangıçtaki düşünceleri “zayıf” iken, E6 nolu öğrencinin “değişken” kategorisine koyulmuştur. Buna karşın, çalışmadan sonra K9 ve K11 nolu öğrencilerin düşüncelerinde bir değişiklik olmazken, E6’nın bir adım daha gerileyerek “zayıf” kategorisine inmiştir. K9 ve K11 nolu öğrenciler bilimin kesin olmayan doğasının en çok vurgulandığı etkinlik olan “hileli İzler” etkinliğine katılmazken E6 bu etkinliğe katılmıştır. Bu bağlamda K9 ve K11’in bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili düşüncelerinin “zayıf” olarak kalması bir ölçüde olası kabul edilmesine rağmen, K6’nın durumu dikkat çekicidir. K6 nolu öğrencinin “Hileli İzler” etkinliğinden sonra yazdığı yazıda “bilim insanları % 100 doğru değildir” ifadesini kullandığı bilinmektedir. Bu nedenle K6’nın sorulara verdiği cevaplarda tutarsızlıklar vardır. Bu öğrenciyle yapılan bireysel mülâkatlarda öğrenmeyle ilgili de büyük sıkıntılar yaşadığı belirlenmiştir. Bu nedenle K6’nın veri analizlerinin dışında bırakılması mümkün olabilirdi. Üçüncü faktör; bağlamla ilgilidir; öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinin değişimi, bunların sunulduğu ve öğrenildiği konu alanına ve bağlama bağlıdır. Bu çalışmada, atomun yapısı konusu tartışılırken, dinazorlarla karşılaştırıldığında, daha çok öğrenci, bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğasını öğrenebilmiştir. Yani bir konu tartışılırken bilimin kesin olmadığını düşünen öğrenciler başka bir konu tartışılırken kesin olduğunu savunmuştur. Bu nedenle çalışmada doğrudan yansıtıcı bir yaklaşımla ve fen konu alanı bağlamının dışında ayrı bir ünite olarak işlenen bilimin doğası konusu fen konu alanıyla birleştirilebilir. Etkinlikler yine doğrudan fakat fen konu alanı içine dağıtılarak uygulanabilir. Bu yolla hem konu alanı hem de bilimin doğası birlikte öğretilir. Fakat Khishfe (2004) yaptığı bir çalışmada, bilimin doğasını fen konu alanıyla birleştirerek ve ondan ayırarak bir deneysel çalışma yapmıştır. Bu iki yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Bu çalışma sonucunda bilimin doğasının fen konu alanıyla birleştirilerek doğrudan öğretilmesinin veya birleştirilmeden doğrudan öğretilmesinin, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili düşünceleri üzerinde anlamlı bir

fark oluşturmadağı sonucuna varmıştır. Buna rağmen, bu türden bir çalışma ülkemiz öğrencilerinden oluşan bir örneklem için yapılarak sonuçları tartışmaya açılabilir.

Bu tez çalışmasında uygulanan bilimin doğası öğretim etkinlikleri kapsamında öğretmen toplam 2.5 aylık süre boyunca, katılımcı öğrencilere bilimin doğasının farklı unsurlarının öğretimini içeren on iki etkinlik yapmıştır. Bilimin doğası etkinlikleri, bilimin doğasının dört temel unsurunu - kesin olmama, deneysel olma, çıkarıma dayalı olma ve hayâlcilik ve yaratıcılık - öğrencilere öğretmek için kullanılmıştır. Buna ilaveten, araştırma aynı zamanda öğretmenin bilimin doğası kavramlarının incelenmesine yönelik olarak yapılmıştır. Bu nedenle, uygulanan bazı etkinliklerde bu unsurları yanı sıra bilimin teori-yüklü ve sosyal-kültürel doğasını içeren etkinliklere de yer verilmiştir. Bilimin doğası öğretim etkinliklerinin kuramsal temellerinin oluşturulmasında dikkate alınan ve 5–8. sınıf seviyelerindeki öğrenciler için bilimin doğasının dört temel unsurunun –kesin olmama, deneysel olma, çıkarıma dayalı olma ve hayâlciliği ve yaratıcılık- öğretilmesinin yeterli olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, öğretmenin bilimin doğasını öğrenmesi için fazladan yapılan etkinliklerin katılımcı öğrenciler için bir anlam ifade edip etmediği (öğrencilerin bilimin teori-yüklü doğasını ve sosyal-kültürel doğasını anlayıp anamadıkları) ile ilgili olarak da önemli veriler elde edilmiştir. Bu yolla katılımcı öğrencilerin öğrenme seviyelerinin bilimin doğasının belirtilen unsurlarını yapılandırılmış etkinlikleri uygulayarak öğrenebilmelerinin mümkün olup olamayacağı hususu açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan ve kullanılan bilimin doğası öğretim etkinliklerin üçü - Hileli İzler! Delikli Şişe ve Yanan Mum — gözlem ve çıkarım arasındaki farkları, bilimsel bilginin deneysel, yaratıcı, hayâlcî ve kesin olmayan doğasını öğrencilere öğretebilmek için planlanmış ve uygulanmıştır. Bilimin teori-yüklü (theory-ladenness) ve sosyal ve kültürel yerleşimi (embeddedness) gibi unsurlarını özellikle öğretmene kavratılabilmek için ise üç etkinlik - Yaşlı Öğretmen!, Hadi Bul Bakalım!, Genç Mi? Yaşlı Mı? – uygulanmıştır. Kara kutu etkinlikleri olarak tanımlanabilecek olan beş etkinlik ise – Küplerin İncelenmesi, Su Üreteci, Kâğıt Rulolar, Hipotez Kutuları, Kutunun İçinde Ne Var? – katılımcı öğrencilerin üstte sayılan bilimin doğası kavramlarını daha fazla geliştirmek için kullanılmıştır. Bu kara kutu etkinliklerinin öğrencilerin kendi yaptığı işlerle bilim insanlarının yaptıkları işler arasında benzerlikleri fark edebilecekleri belirtilmektedir (Carey vd., 1989). Bunun, mevcut çalışmada

doğrulanabildiğine inanılmaktadır. Çünkü öğrenciler yaptıkları bütün etkinliklerde birer bilim insanı olduklarını hayâl edebilmiş ve bu yolla tecrübe ettikleri deneyimlerle bilimsel bilgi ve bilim insanlarının çalışmaları arasında doğrudan bağlantılar kurabilmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin bilimin doğasını zihinlerinde daha kolay yapılandırabilmelerine yol açmıştır. Bilimin doğasının öğretimi kapsamında uygulanan son etkinlik ise –Bilim İnsanı Resmi– öğrencilerin bilim insanlarına yönelik imajlarını ortaya koymak amacıyla uygulanmıştır. Etkinlikler doğası itibariyle, amaçlı olarak konu alanına özel değil, genel (*generic*) olarak seçilmiştir. Burada incelenen öğrencilerin sınırlı fen konu alanı bilgisine sahip oldukları dikkate alındığından, bilimin doğasının unsurlarını en iyi ancak bu türden genel etkinliklerle öğrenebilecekleri varsayılmıştır. Bu türden etkinliklerin öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili “yeterli” kavramlar kazanmaları amacıyla yoğun bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bu türden etkinlikler birçok çalışmada kullanılmış ve katılımcılar bilimin doğasıyla ilgili önemli kazançlar elde etmiştir (Abd-El-Khaick ve Lederman, 2000). Bu öğretim etkinliklerinin uygulanması boyunca, bilimin doğasının temel unsurlarını açıkça ön plana çıkarmak için tüm sınıfın katıldığı tartışmalar yapılmıştır. Bu durum, öğrencilerin sunulan fikirlerle ilgili tartışmalara aktif bir şekilde katılmalarına yol açmıştır.

Fen öğrenme yaşantıları ve sınıf içi fen etkinlikleri, öğrencilerin bilime yönelik tutumlarını yapılandırmada önem taşır. Bununla birlikte, öğrencilerin bilim insanına yönelik doğru olmayan imajlarının, olumsuz algılara yol açabileceği ileri sürülmektedir. Bir öğrencinin bilim insanına yönelik imajlarının olumsuz unsurlar taşıması, bilimle ilgili obje ve etkinliklere karşı olumlu tutum kazanmasını zorlaştırabilir (Yontar-Toğrol ve Aktürk-Muğaloğlu, 2000). Bilim insanlarına yönelik öğrencilerin değer ve tutumlarının araştırıldığı birçok çalışma vardır (Huber ve Burton, 1995). Bu araştırmalarda, ölçek olarak “Bir Bilim İnsanı Çizme Testi” kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında da son etkinlikte öğrencilerin bilim insanlarına yönelik sahip oldukları imajları değiştirmek amacıyla, önce birer bilim insanı resmi çizimleri ve tanıtımları istenmiştir. Bu yolla öğrenci çizimlerinde belirtilen özellikler tespit edildikten sonra, kendilerine bilim dergileri verilerek, içinde bulunan bilim insanı resimlerini incelemeleri istenmiştir. Bu yolla bilim insanlarıyla ilgili sahip oldukları olumsuz imajları değiştirmeleri hedeflenerek, aradaki değişimi değerlendirebilmek için son kez birer

bilim insanı resmi çizimleri istenmiştir. Bu çizimler sayfa 151 ve 152’de verilmiştir. Her öğrenci için bu iki resim arasındaki fark incelenmiştir. İlk başta çizilen resimlerde belirtilen birçok özellikten öğrencilerin vazgeçtiği, son çizimlerde düzgün, kadın veya erkek, önlüklü ve temiz kıyafetli insanlar çizmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin çizimlerinde ortaya çıkan özellikler, Toğrol (Basımda) tarafından yapılan bir çalışmada ulaşılan verilerle uygundur.

Bu tez çalışmasında öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmeleri için tasarlanan öğretim etkinliklerinde doğrudan (*explicit*) öğretim yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarının geliştirilmesinin ancak açık ve planlı bir şekilde yapılabileceğini ve dolaylı mesajlara dayalı olarak beklenen bir sonuç olamayacağını savunur. Bu yaklaşım öğrencilerin dikkatini amaçlı olarak, öğretim, tartışma ve sorgulama yoluyla, bilimin doğasının ilgili kavramlarına yöneltilir. Buradaki “doğrudan” terimi, “didaktik” ile eş anlamlı olarak düşünülmemelidir. Bu terim, bilimin doğasının öğretiminin diğer bilişsel öğrenme sonuçlarının öğretiminin yapıldığı şekilde planlanmasına ihtiyaç olduğunu vurgular. Bu nedenle, bilimin doğasının öğretimi, fen içeriğinin veya süreç becerilerinin öğretimi veya öğrencileri fen etkinliklerine katarak ortaya çıkmasını beklemekten ziyade, amaçlı bir şekilde planlanmalı, öğretilmeli ve değerlendirilmelidir. Burada açıklanan yansıtıcı unsur ise, belirtilen bu taktiklerin, etkinlik, inceleme ve günlük fen öğretiminde yaygın bir şekilde kullanılan tarihi örnekler bağlamında uygulanmasını içerir. Bu nedenle, doğrudan/yansıtıcı yaklaşım, sınıfta uygulanan fen etkinlikleri bağlamında (araştırmaya dayalı etkinlikler, bilim tarihinden örnekler, geleneksel sınıfa dayalı fen etkinliklerini içeren) tartışma, rehberli yansıtma ve özel sorgulama yoluyla bilimin doğasının amaçlı olarak öğretimini içerir.

Bu öğretim etkinlikleri, incelenen öğretmenin bilimin doğasına yönelik pedagojik konu alanı bilgisi (pedagogical content knowledge) kazanmasını teşvik etmiştir (Schwartz ve Lederman, 2002). Etkinliklerin video kayıtlarına, öğretmenin yansıtıcı yazılarına ve son mülâkattaki sorulara verdiği cevaplara bakıldığında bu sonuca varılabilir. Bu etkinliklerin uygulanmasıyla ilgili öğretim yaklaşımları, bir sunu veya incelemeye dayalı inceleme etkinliği bağlamında, tüm sınıfın katıldığı grup tartışmaları yanında, didaktik metotları da içerir. Yani öğretmen etkinliklerin uygulanması esnasında, etkinliklerde vurgulanan bilimin doğası unsurlarını açık bir şekilde tartışılmasını sağladıktan sonra, basitçe; “bilim kesin değildir” veya “bilimsel sonuçlar verilerle desteklenmelidir” şeklinde bazı ifadeler de kullanmıştır.

Bu etkinlikleri uygulayan öğretmen, öğrencilerin bilimin doğasının deneysel doğasını kavramlarını sağlamak için, ortaya koydukları fikirlerini veya sonuçlarını savunmaları için mutlaka delillerle desteklenmesine ihtiyaç olduğuna vurgu yapmış ve bunu onlardan özellikle istemiştir. Fakat yine de incelemeye dayalı dolaylı öğretimin, yalnız başına öğrencilerin bilimin doğasını kavramlarını sağlamadığı bilindiğinden dolayı, bilimsel iddiaların oluşturulmasında delillerin oynadıkları rol, bilim insanlarının nasıl çalıştıkları ve bilim hakkında doğrudan-meta tartışmalar yaptırılmıştır. Bu yolla öğrencilerin yaptıkları etkinliklerle bilim insanlarının çalışmaları arasında bir ilişki kurmaları sağlanmış ve bu yolla yapılan her bir etkinlik öğrenciler için bilimin doğasını ve bilimsel çalışmayı yansıtan öğrenme deneyimleri olarak kabul edilmiştir.

Bir öğretmenin fen ve sınıf uygulamalarıyla ilgili inançları arasındaki ilişkinin belirlenmeye çalışılması öğretmenlerin niyetleri üzerinde büyük bir önem taşır (Lederman, 1999) Bu bulgu, öğretmenlerin düşüncesi ve karar vermesi üzerinde yürütülen bir deneysel araştırma sonucuyla da ortaya konulmuştur (Clark ve Peterson, 1986). Clark ve Peterson tarafından yapılan bu çalışmada, öğretmenlerin inançları ve sınıf uygulamaları arasında karşılıklı bir ilişkinin olduğunu belirtilmiştir. Bu bağlamda, mevcut çalışmada öğretmenin bilimin doğasını öğretmeye karşı istekli olması ve uzun sayılabilecek bir sürede sıkı bir şekilde çalışmayı kabul etmesi, bunun için büyük çaba harcaması, hem öğrencilerde hem de kendisinde, bilimin doğasıyla ilgili ortaya çıkan olumlu sonuçlar açısından önem taşır. Solomon ve meslektaşları (2000) yaptıkları bir çalışmada öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları ilk ve son kavramlar arasında önemli kabul edilmeyecek farklar olduğunu bulmuştur. Buradan yola çıkarak, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarında ortaya çıkabilecek değişiklikler ile öğretmenlerin sergiledikleri çaba veya öğrencilere sağlanan ekstra yardım arasında yoğun bir ilişki olabileceğini ileri sürmüştür. Mevcut çalışmada bilimin doğasının öğretiminin önemine inanan öğretmen, uygulanan etkinlikleri ileriki dönemlerde ve büyük ihtimalle sene başında öğrencilerine uygulamayı planlamaktadır. Bu veri, öğretmenin bilimin doğasının ve dolayısıyla tasarlanan etkinliklerin öğrenciler açısından ve belki de kendisi açısından ne derece önem taşıdığının farkında olduğu ve etkinlikleri bu duygu, düşünce ve inançla uyguladığı şeklinde yorumlanabilir. Hâlbuki bundan önce incelenen öğretmenin öğrencilerine bilimin doğasını öğretmeye yönelik herhangi bir kaygı taşımadığı ve

dolayısıyla, bir fen bilgisi öğretmeni olarak; öğretim sürecini planlarken veya öğretimle ilgili kararlar alırken bilimin doğasını çok fazla dikkate almadıkları ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, konuyla ilgili daha önce yapılan araştırma sonuçlarıyla tutarlıdır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Duschl ve Wright, 1989; Gess-Newsome ve Lederman, 1995; Lederman vd., 1994). Bir öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramların normal sınıf uygulamasını etkilemediği ileri sürülmektedir (Lederman, 1999). Bu konu incelenen fen bilgisi öğretmeni için merak edilmektedir. Buna karşın, mevcut tez çalışmasının bir alt problemi olmadığından burada tartışması yapılmamıştır.

Kemp ve Karpoff (2003), öğretmenlerin bilimin doğasını öğrenmeleri için, kendilerine rehberlik edecek danışmanlara ihtiyaçları olduğunu ve kitap okuyarak bunu başaramayacaklarını iddia etmektedir. Fakat mevcut çalışmada araştırmacı her türlü öğretim materyalini önceden hazırlamış ve öğretmenin kullanımına sunmuştur. Bunun ötesinde öğretmene herhangi bir rehberlik yapılmamış, örneğin bilimin doğasını unsurları açık bir şekilde açıklanmamıştır. Buna karşın, öğretmen, bilimin doğasını öğretirken “bir şeyi yapmanın en iyi yolu onu öğretmektir” ilkesinden hareketle, bilimin doğasının unsurlarını kendi kendine öğrenmiştir. Bilimin doğasının birçok önemli unsuru hakkında öğretmenlerin sahip oldukları görüşleri arttırmak için değişik yaklaşımlar farklı başarı seviyelerinde uygulanmıştır (Abd-El-Khaick ve Lederman, 2000). Bu çalışmada, doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi başarılı bir şekilde yapılmış ve bilimin doğasıyla ilgili olarak literatürde belirtilen kazançların öğrenciler ve öğretmen tarafından elde edilebildiği tespit edilmiştir.

Bilindiği üzere; laboratuarda deneyler yaparken öğrencilerin bilimin deneysel (emprical) doğası hakkında bir şeyler öğrenmesi mümkündür (Johnston ve Southerland, 2002). Bilimin tarihsel gelişiminin açıklanması durumunda öğrenciler, bilimsel bilginin kesin (tentative) olmadığını anlayabilirler (Johnston ve Southerland, 2002). Fakat fen sınıflarında belirli sorulara cevap arandığından dolayı, öğrenciler bilimin sadece soru soracağını ve belirli türden sorulara cevap vereceğini öğrenirler (Johnston ve Southerland, 2002). Bilimin doğası kavramlarının, kasıtlı olarak öğretilmesine ve merkezi bir konu olarak bir program içinde planlanmasına ihtiyaç vardır (Johnston ve Southerland, 2002). Bu çalışmada bilimin doğasının incelenen unsurları, bir bilişsel öğrenme hedefi olarak tasarlanan öğretim etkinliklerinde doğrudan verilmiştir.

Bilimin doğası çoğu kez bilimsel süreçlerle karıştırılmaktadır. Hâlbuki fen eğitimi reform dokümanlarında belirtildiği şekilde (AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996) bilimsel süreçler, verilerin toplanması ve yorumlanması ve sonuca varmak ile ilgili etkinlikleri kapsar. Bilimin doğası ise, bu etkinliklerin altında yatan değerleri ve epistemolojik varsayımları içerir. Mesela, gözlem yapma ve hipotez kurma bilimsel bir süreçtir. Bunlarla ilgili bilimin doğası kavramları ise; bir kişinin bir olayla ilgili yaptığı gözlemlerin algısal aygıtları tarafından etkilendiği, hipotez kurmanın hayâl kurmayı ve yaratıcılığı içerdiği ve her iki etkinliğin de esasında teori-yüklü olduğudur (Lederman vd., 2002). Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel süreçleri ne ölçüde bildikleri belirlenmemiş olsa da, sahip oldukları varsayılan bilimsel süreç becerilerinin, bilimin doğasının unsurlarını anlamaları üzerinde tek başına bir katkı sağlamadığı, bu tez çalışmasından önce kendileriyle yürütülen ön anket ve mülâkat çalışmalarından elde edilen verilerden açıkça ortaya çıkmıştır.

Bu bölümdeki tartışmalardan özetle; tasarlanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğrencilere doğrudan ve yansıtıcı bir tarzda öğretilmesinin hem öğrenciler hem de öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramlarda bilimsel anlamda kabul edilen önemli değişikliklere yol açabildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğretim etkinlikleri yalnızca öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili anlamalarını değil, aynı zamanda fenne yönelik tutumlarını ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerini de olumlu yönde değiştirebilmiştir. Bu bölümde yapıla tartışmalardan hareketle ulaşılan özel sonuçlar bir sonraki bölümde verilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, örnekleme oluşturan ilköğretim öğrencileri ile fen bilgisi öğretmenine bilimin doğasıyla ilgili kavramları öğretebilmek için on iki adet etkinlik kullanılmıştır. Bu etkinliklerin çalışmaya katılan öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramlara etkisini test edebilmek için ilk-son anket ve mülakat çalışmaları yapılmıştır. Bunlara ilaveten etkinliklerin uygulama süreci, video kaydı görüntülerine bağlı olarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili etkinliklerin, öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını ve bilimsel bilgiye yönelik düşüncelerini ne ölçüde değiştirebildiği tutum ölçeği ve bilimsel bilgi anketi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Bir önceki bölümde araştırmada ulaşılan bulgular, çalışmanın alt problemlerine cevap olabilecek şekilde tartışılmıştır. Bu bölümde ise araştırmada elde edilen bulgulardan ortaya çıkan sonuçlar sunulmuştur.

5.1. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Kavramlar Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar

Bu çalışmanın örneklemini oluşturan; fen başarısı ve sosyal statüsü farklı olan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinden en az biri veya birçoğu, bilimin doğasının incelenen dört unsuru – bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, yaratıcı ve hayâlcî doğası – ile ilgili “zayıf” düşüncelere sahiptir. Bu sınıf seviyesindeki öğrencilerinin ancak % 22’si “yeterli” kabul edilebilecek kavramları zihinlerinde yapılandırabilmeyi başarmıştır. Fen ve teknoloji dersi öğretim programları başta olmak üzere uygulanan diğer öğretim programlarının içerisinde, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili “yeterli” kavramlar kazanabilmeleri için fırsatlar sunulamamış olması bu arzu edilmeyen sonucuna yol açmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili kavramları araştırmaya/incelemeyle dayalı etkinliklere katılarak “bir yan ürün” olarak elde edilebilecekleri hususu bu çalışmada destek bulamamıştır. Bu nedenle

bilimin doğasıyla ilgili kavramların bilişsel birer öğrenme hedefi olarak öğrencilere doğrudan öğretilmesine ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırmanın başında incelenen öğrencilerin % 12'si bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahipken, bu oran çalışmanın sonunda % 82'ye çıkmıştır. Bilim insanlarının yaptıkları araştırmaların ürünü olan bilimsel bilgilerin kusursuz, bütün olduğuna ve bilim insanlarının % 100 emin olmadıkça bu bilgileri fen kitaplarına asla koymayacaklarına inanan öğrencilerin bu düşünceleri çalışma süresince değişmiştir. Bilimin kesin olmayan doğasının öğretimine yönelik kullanılan karanlık kutu etkinliklerinde öğrencilerin, ileri sürdükleri düşüncelerin % 100 doğru olamayacağını bizzat tecrübe etmiş olmaları ve öğrencilerin bu deneyimleri ile bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar arasındaki ilişkinin öğretmen tarafından kurulmuş olması buna yol açmış olabilir. Bu bağlamda öğretmenin oldukça yapılandırılmış olan bilimin doğası etkinliklerini işlem basamaklarının hiç birini atlamadan uygulayabilmesi, üç öğrenci hariç diğerlerinin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” kavramlar kazanmasında etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Bu çalışmanın başında öğrencilerin % 29'u bilimin çıkarıma dayalı doğasıyla ilgili “yeterli” düşünceleri benimsemiş iken, bu oran araştırmanın sonunda % 76'ya çıkmıştır. Bu çalışmanın başında öğrenciler, bilim insanlarının bir konuyla ilgili bilgi sahibi olmak için onu doğrudan gözlemleri gerektiğini düşünmektedir. Bu çalışmanın sonunda öğrenciler, “bilim insanları yaptıkları deneyler veya dolaylı gözlemler yoluyla elde ettikleri verilerden yola çıkarak ve biraz da hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak yeni bilgilere ulaşabilirler” düşüncesini kabul etmişlerdir. Bu yolla elde edilen yani çıkarıma dayalı ortaya koyulan bilgilerin ise % 100 doğru olamayacağı hususu, etkinliklerin uygulanmasından sonra birçok öğrenci tarafından benimsenmiştir.

Bu çalışmanın başlangıcında öğrencilerin % 24'ü bilimin deneysel doğasıyla ilgili “yeterli” düşüncelere sahipken, bu oran çalışmanın sonunda % 82'ye çıkmıştır. Bu çalışmanın başında öğrencilerin hiç biri bilimsel bilgilerin oluşturulmasında verilerin ve delillerin rolünden söz etmemiştir. Fakat araştırmanın sonunda ise bilim insanlarının yaptıkları çalışmalarda ulaştıkları delilleri kullanarak bilgi ürettiklerini kavrayabilmiştir. Bilim insanlarının bilimsel bilgileri üretirken her ne kadar hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullansalar bile, mevcut bilgileri yeni deliller karşısında daima kontrol etmeleri gerektiği

öğrenciler tarafından benimsenmiştir. Bu sonuca, öğrencilerin yaptıkları etkinliklerle ilgili çıkarımlarda bulunurken veya bir sonuç çıkarırken ellerinde veri olması gerektiğinin veya verilere bağlı olarak konuşmaları gerektiğinin sürekli olarak açıklanması yol açmış olabilir.

Bu çalışmanın başında öğrencilerin % 24'ü bilimsel bilginin hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “yeterli” kavramlara sahip iken, bu oran çalışmanın sonunda % 94'e çıkmıştır. Bu çalışmanın başında öğrenciler, hayâl gücü ve yaratıcılığın insani özellikler olması nedeniyle bilim insanlarının bunları kullanmasının bilimsel çalışmalarda hatalara yol açabileceğine inanmaktadır. Fakat öğrenciler bu düşüncelerini çalışmanın sonunda “bilim insanları yalnızca ellerindeki verileri kullanarak sonuç bulmak isterlerse çok fazla bir ilerleme sağlayamazlar ve bu nedenle yaptıkları tüm işlerde hayâl güçlerini ve yaratıcıklarını mutlaka kullanmalıdırlar” şeklinde değiştirmiştir. Bu çalışmanın sonunda öğrencilerin biri hariç diğerleri, hayâl gücü ve yaratıcılığın bilimin ve bilim insanlarının önemli bir özelliği olduğunu yapılandırabilmiştir.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan ve uygulanan bilimin doğası etkinliklerinin doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi, öğrencilerden birkaçı hariç diğerlerinin bilimin kesin olmayan, çıkarıma dayalı, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramları “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye çıkabilmesine yol açmıştır. Buradan hareketle on hafta sürede uygulanan doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, bilimin doğasıyla ilgili dört unsuru –bilimin kesin olmayan, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı, çıkarıma dayalı doğası– öğrencilere öğretebilmekte başarılı olduğuna inanılmaktadır.

5.2. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Fenne Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar

Bu çalışmanın başında ve sonunda olmak üzere öğrencilere iki defa uygulanan tutum anketinden elde edilen ilk ve son veriler SPSS 11.5 programında bağımlı t testiyle karşılaştırılmıştır. Bilimin doğasının öğretimi kapsamında uygulanan doğrudan-yansıtıcı etkinliklerin öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını pozitif yönde ve anlamlı ölçüde arttırdığı bulunmuştur [$t_{(16)} = - 4,709$, $p < .01$]. Bilimin doğasının ilköğretim öğrencilerine doğrudan-

yansıtıcı araştırmaya dayalı bir yaklaşımla öğretilmesi, öğrencilerin fenne yönelik tutumları etkilemiştir. Fakat, bu çalışmada öğrencilerin etkinliklerle ilgili yansıtıcı yazılarından; fenne yönelik tutumlarında sadece bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin kendi başına değil, aynı zamanda öğrenci-öğretmen ve öğrenci-araştırmacı arasındaki yakın ilişkilerin de etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Etkinliklerin öğretmen tarafından sınıfta uygulanması boyunca araştırmacı da okulda bulunmuş ve ders aralarında etkinliklerin yürütülmesiyle ilgili konularda hem öğretmenden bilgi almış hem de işlem basamaklarıyla ilgili ona bilgi vermiştir. Bu etkinliklerin işlenmesi esnasında fen konularından örnekler verilmesi, öğretmenin etkinlikleri fen bilgisi dersinin bir ünitesiymiş gibi işlemeye çalışması ve bazı etkinliklerin fen ders saatlerinde tamamlanmaya çalışılması, öğrencilerin bu etkinlikleri eğlendirici bulması öğrencilerin fenne yönelik tutumlarını etkilemiş olabilir.

5.3. Etkinliklerin Katılımcı Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Yönelik Düşünceleri Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar

Bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi kapsamında uygulanan etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel bilgiyle ilgili kavramlarına etkisini incelemek için tasarlanan bilimsel bilgi anketinden elde edilen bulguların, bilimin doğasıyla ilgili anket ve mülâkat çalışmalarına dayalı olarak oluşturulan öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili ilk ve son profillerine uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu yolla çalışmada elde edilen nitel araştırma verileri bu ankette elde edilen nicel araştırma verileriyle de desteklenmiştir. Bu şekilde varılan sonuçların tutarlı olup olmadığı kontrol edilerek, uygulanan etkinliklerin öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili “yeterli” kavramların öğretilmesinde başarılı olabildiğine inanılmaktadır.

Bunlarla ilgili olarak incelenen ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, anketteki birçok soruyla ilgili - bilim insanlarının önyargılarının yapacakları çalışmaları etkileyeceği, bilim insanlarının hayâl güçlerinin ve yaratıcılıklarının yaptıkları bilimsel araştırmaları etkileyeceği, bilimin sorulara kesin olmayan (geçici) cevaplar bulacağı, bilimin başarısız da olabileceği, bilim insanlarının çoğu kez kendi fikirlerinin aksini kanıtlamaya çalıştıkları ve bilim insanlarının ırklarının, cinsiyetlerinin, milliyetlerinin veya dinlerinin yaptıkları bilimi

etkileyebileceği - yaptıkları değerlendirmelerde frekans ve % değerlerinin ilk ve son bilimsel bilgi anketi arasında önemli ölçüde değişebildiği ortaya çıkmıştır.

Bilimsel bilgi anketiyle elde edilen araştırma verileri, katılımcı öğrencilerden bazılarının bu çalışmada vurgulanan bilimin doğasının dört unsuruna ilaveten sosyo-kültürel ve teori-yüklü doğasıyla ilgili olarak da bazı önemli fikirler kazandıklarını ortaya koymaktadır. Bu çalışmada kullanılan bilimin doğasıyla ilgili etkinlikler öğrencilerin sadece bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, yaratıcı ve hayâlcî doğası ile ilgili düşüncelerini değiştirmemiş, aynı zamanda bilimin sosyo-kültürel ve teori yüklü doğasıyla ilgili düşüncelerine de etki etmiştir. Etkinliklerin bütününde vurgulanan bilimin kesin olmayan, çıkarıma dayalı, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı doğasıyla ilgili “yeterli” düşünceler elde eden öğrencilerin oranı % 71 veya daha çoktur. Fakat bilimin sosyal-kültürel ve teori yüklü doğasını ise ancak birkaç öğrenci öğrenebilmiştir. Buradan hareketle örnekleme alınan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine reform dokümanlarında belirtilen bilimin doğasıyla ilgili dört unsurun öğretilmesi mümkün iken, diğer iki unsurun öğretilmesi için öğrenme seviyesi uygun değildir. Bu nedenle 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11 ve 12 nolu etkinliklerin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine doğrudan-yansıtıcı bir yolla öğretilmesi, bilimin doğasıyla ilgili dört unsur kazandırabilmek için yeterlidir. Bununla birlikte bu sıralamada yer almayan diğer etkinlikler, lise seviyesindeki öğrencilere, öğretmen adaylarına ve öğretmenlere bilimin teori-yüklü ve sosyal-kültürel doğasını öğretebilmek için kullanılabilir.

5.4. Etkinliklerin Katılımcı Öğretmenin Bilimin Doğasıyla İlgili Düşünceleri Üzerindeki Etkisiyle İlgili Sonuçlar

Bu çalışmanın başında, öğretmenin bilimin çıkarıma dayalı doğası ve hayâlcî ve yaratıcı doğası dışındaki tüm unsurları ile ilgili “zayıf” kabul edilebilecek düşüncelere sahip olduğu, fakat çalışmanın sonunda bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili düşüncelerin bir yasa ile teori arasındaki fark dışında “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye doğru ilerlediği ortaya çıkmıştır. Bu durum, bilimin doğasıyla ilgili etkinliklerin sadece öğrenciler için değil, aynı zamanda ders öğretmeni için de bilimin doğasının unsurlarının öğrenilmesi açısından önemli bir fırsat olduğuna karar verilmiştir. Buna karşın, doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretim

etkinliklerinde açıklanmayan bir teori ile yasa arasındaki fark ile ilgili olarak öğretmenin çalışmanın başında benimsediği düşüncelerde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bunun; bilimin doğasıyla ilgili bu unsurun ilköğretim 5–8. sınıf öğrencileri için öğretilmesi hedeflenen biliminin doğası unsurları arasında yer almaması sebebiyle uygulanan etkinliklerde vurgulanmamış olmasından kaynaklandığına inanılmaktadır. Yine de öğretmen, hem teorilerin hem de yasanın tam olarak ne olduğunu açıklayamamasına rağmen, bunların esas itibarıyla bilimsel bilgi olduğunu ve bu nedenle % 100 doğru olmadıklarını ve ilerle bir gün değişebileceğini kavramıştır. Bu durum, öğretmenin bilimin kesin olmayan doğasıyla ilgili “yeterli” kavramları tam anlamıyla benimseyebildiğini ileri sürmektedir.

Bu çalışmada, öğretmen, bilimin doğasıyla ilgili kavramlarındaki değişim incelenirken anket ve mülakat sorularıyla ilgili yapmış olduğu açıklamalarda ve vermiş olduğu örneklerde, etkinliklerde işlenenlerin dışına çıkamamıştır. Bu nedenle, bilimin doğasının unsurları ile fen konu alanı arasında etkin bir ilişki kuramamıştır. Buradan hareketle, öğretmenin bilimin doğasının unsurlarını öğrencilere öğretebilmekle ilgili fen konu alanı bilgisinin sınırlı olabileceğine inanılmaktadır. Yine de öğretmen bilimin doğasıyla ilgili oldukça yapılandırılmış etkinlikleri uygularken kasıtlı olarak etkinliklere bir şey katmak istememiş olabilir. Bir öğretmenin bilimin doğası ile fen konu alanını birleştirebilmesi, bilimin ve bilimsel bilginin doğasının öğretilmesi açısından büyük önem taşır. Bu bağlamda etkinliklerin içeriğinde fen konu alanıyla ilgili verilen ve öğretmenin sınıfta açıklaması istenen örneklerin bunu başarabilmek için yeterli olabileceğine inanılmaktadır.

5.5. Etkinliklerin Değerlendirilmesiyle İlgili Sonuçlar

Bilimin doğasının öğrencilerine öğretebilmesi için tasarlanan doğrudan-yansıtıcı etkinliklerin öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğasını öğrenmesi açısından etkili olduğunu sonucuna varılmıştır. Bilimin doğası öğretim etkinliklerini inceleyen öğretmenin bunları sınıfta kolay bir şekilde uygulayabildiği ve uygulama esnasında önemli bir problemle karşılaşmadığı belirlenmiştir. Bu durum, etkinliklerin başka öğretim durumlarındaki öğretmenlerce de kolay ve başarılı bir şekilde uygulanabileceğini ortaya koymaktadır.

Etkinliklerin uygulanmasında katılımcı öğrencilerin bireysel olarak ve grupla çalışmaları ve bu yolla farklı modeller kurmaları teşvik edilmiştir. Birlikte çalışmanın teşvik edilmesi, etkinliklerin çalışma yaprakları ve evde yapılacak projelerle desteklenmesinin, öğrencilerin bilimin doğasının unsurlarını etkin bir şekilde öğrenmeleri açısından önem taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada tasarlanan ve uygulanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinde öğretmenin, bilimin doğasının öğretimine sınıf içi normal öğretim uygulamalarının bir yan ürünü olarak değil, bilişsel bir öğrenme hedefi olarak yaklaşması önemli olmuştur. Bu durumun etkinliklerin hedef ifadelerinde açık bir şekilde belirtilmesi, öğretmenin etkinliklerde bu hedeflere ulaşabilmek için etkinlik uygulamalarında konu alanından çok, bilimin doğasının unsurlarının öğretimine odaklanmasına ve dolayısıyla başarılı olmasına yol açmıştır. Bu çalışmada, bilimin doğasının öğretiminde, doğrudan-yansıtıcı araştırmaya dayalı öğretim yaklaşımının veya diğer araştırma yaklaşımlarının (örneğin dolaylı araştırmaya dayalı yaklaşım) etkisi karşılaştırılmamış olsa da, bundan önce yapılan çalışmaları destekleyecek şekilde, bilimin doğasının doğrudan-yansıtıcı çalışmalarla başarılı bir şekilde öğretilbildiği sonucuna varılmıştır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 1999; Matkins vd., 2002).

Literatürdeki araştırmalarda üç önemli faktörün – süre, konu alanı bilgisi ve bilimin doğasıyla ilgili sahip olunan fikirlerde kararlı olma, araştırmanın bağlamı- öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarını etkilediği ortaya çıkmıştır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Driver vd., 1996). Buradan hareketle, bilimin doğası öğretim etkinliklerinin, haftada iki saat olmak üzere (40+40 dk.) toplam on haftalık bir sürede uygulanması zaman sorununu ortadan kaldırmıştır. Bazı öğrencilerin sahip oldukları fen konu alanı bilgileri ile bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili bilgilere sıkı sıkıya bağlı kaldıkları tespit edilmiştir. Buradan hareketle, bazı öğrencilerin kavramlarının değiştirilmesinin çok zor olduğu ve kapsamlı bir öğretime ihtiyaç duyulduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu öğretim etkinliklerinin bazılarında bilimin doğasının vurgulanan unsurlarından yalnızca birine odaklanılmıştır (örneğin, Hileli İzler! etkinliğinde bilimin çıkarıma dayalı doğasına). Fakat, etkinliklerin işlenişinde bilimin doğasının amaçlanan dört unsuruna da sürekli vurgu yapılmaya çalışılmıştır. Tartışmalar boyunca öğrencilere, bireysel veya grupla yaptıkları açıklamalar ile bilimin doğasının unsurları arasındaki ilişkiyi kurmaları için fırsat verilmiştir. Etkinliklerin uygulanması süresince öğrenci-öğretmen

arasındaki diyaloglarda açıklanan bu noktalara dikkat edilmesinin, öğrencilerin bilim ve bilimsel bilgiyle ilgili inançlarının değiştirilmesine katkı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada öğrencilerin bilim ve bilimsel bilginin doğasıyla ilgili kavramlarındaki değişimin, konunun içerine ve sunulduğu bağlama bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili öğretimin en iyi şekilde, atomun yapısıyla ilgili yapılan tartışmalar yoluyla başarılabildiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, bilimin doğasının öğretiminin yapılacağı konunun ve sunulduğu bağlamın çok iyi planlanmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan ve uygulanan doğrudan-yansıtıcı öğretim etkinliklerinden; Hileli İzler!, Kutunun İçinde Ne Var?, Delikli Şişe ve Yanan Mum olarak bilinen dört etkinlik; öğrencilere bilimin çıkarıma dayalı, kesin olmayan, deneysel, hayâlcî ve yaratıcı doğasını öğretebilmek için, Yaşlı Öğretmen, Genç mi? Yaşlı mı?, Hadi Bul Bakalım! olarak bilinen üç etkinlik; öğrencilere bilimin objektif değil öznel olduğunu, yani bilimin teori yüklü, sosyal ve kültürel doğasını öğretebilmek için, kara kutu etkinlikleri olarak bilinen; Küplerin İncelenmesi, Su Üretici, Kağıt Rulolar, Hipotez Kutuları şeklinde sıralanan dört etkinlik ise öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramları ilerletmek için kullanılmıştır. Bu etkinliklerin her birinin birbirinden ayrılarak fen dersleri içinde incelenen bilimin doğasının unsurlarını öğrencilere öğretebilmekte etkili olabilmesinin mümkün olabileceğine inanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında uygulanan son etkinlik olan; Bir Bilim İnsanı Resmi! etkinliğinde, öğrencilerin bilim insanlarına yönelik sahip oldukları imajların değiştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma sonunda, bilimin doğasıyla ilgili on bir etkinliğe katılmış ve dolayısıyla bilimin doğasını öğrendikleri varsayılan öğrencilerin, bilim insanlarına yönelik ön imajlarını yansıtan ilk bilim insanı çizimlerinde ve bunların tanıtımlarında, bilim insanlarının fiziksel davranışlarıyla ilgili olumsuz birçok fikre sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Bu imajların kazanılmasında da televizyonda izlenen çizgi filmlerin oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Buradan hareketle, kendilerine, bilim çocuk dergileri verilerek içlerindeki bilim insanlarının gerçek resimlerini incelemeleri istenmiş ve bundan sonra yeni birer bilim insanı resmi çizmeleri ve bu yolla bilim insanlarına yönelik imajlarının ne ölçüde değişebildiğinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bilim insanlarına yönelik olarak öğrencilerin sahip oldukları olumsuz imajların başlı başına bilime ve bilimsel bilgiye yönelik sahip olunan imajları da

olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilmektedir (Yontar-Toğrol ve Aktürk-Muğoloğlu, 2000; Huber ve Burton, 1995). Bu çalışma kapsamında tasarlanan ve uygulanan öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin bilimin doğasına yönelik sahip oldukları “yeterli” kavramların yanında, bilim insanlarına yönelik imajlarını da değiştirebilmekte başarılı olabildiği sonucuna varılmıştır. Bu yolla bilim insanlarının da kendileri gibi normal birer insan olduğunu, erkek ve kadın olabildiklerini fark eden öğrencilerin, bilim ve bilimsel bilgiye yönelik fikirleri ve tutumları olumlu yönde değişebilmiştir. Bu etkinlikle ilgili olarak, yansıtıcı öğrenci yazılarından ve neden bir bilim insanı olmak istediklerini belirttikleri yazılardan, bilim insanı olmaya yönelik olumlu düşüncelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada ortaya çıkan bir başka önemli sonuç ise; yapılan on bir etkinlikte öğretmenin sınıfta bilim adamı terimini kullanmaktan şiddetle kaçınarak bilim insanı terimini kullanmasına, ayrıca, öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ilk kavramlarının ortaya çıkarılması hedeflenen ön anket ve mülâkatlarda araştırmacının bunun yerine bilim insanı terimini kullanmasına rağmen, öğrencilerin tamamına yakınının, bilim insanlarıyla ilgili ilk çizimlerde bilim insanını erkek olarak çizdikleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, öğretim uygulamaları esnasında bilimden ve bilimsel çalışmada bahsederken, bilim adamı yerine bilim insanı teriminin kullanılmasının, öğrencilerin bilim insanlarının kadın da olabileceği olgusunu kavrayabilmeleri açısından yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın alt problemlerinden biri uygulanan bilimin doğası öğretim etkinliklerinin öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu kavramlar üzerindeki etkisinin incelenmesi olduğundan, araştırma boyunca öğretmene yalnızca etkinlikleri nasıl uygulayacağı konusunda bilgi verilmiş, bilimin doğasının açıklandığı didaktik bir öğretim tarzı kullanılmamıştır. Yani bilimin doğasının unsurları öğretmene doğrudan açıklanmamış veya tanımlanmamıştır. Bu bağlamda, öğretmenin sahip olduğu bilimin doğası kavramlarına basitçe etkinlikleri uygularken zihninde var olan eski fikirleri ya tamamen değiştirerek veya düzenleyerek yapılandığı sonucuna varılmıştır. Bu noktada bilimin doğasının önemini bilen ve bunu öğretmeye yönelik güçlü inançlara sahip olan öğretmenlerin hem bilimin doğasıyla ilgili etkinlikleri sınıflarında zaman ayırarak başarılı bir şekilde uygulayabileceği hem de bilimin doğasıyla ilgili sahip olduğu “zayıf kavramları “yeterli” kavramlarla değiştirebileceği ortaya çıkmıştır.

Bir sonuç olarak, bu çalışma kapsamında uygulanan doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretim etkinlikleri, hem öğrencilerin ve öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını hem de öğrencilerin bilim insanlarına yönelik imajlarını amaçlanan yönde değiştirebilmiştir. Bu çalışmadan ortaya çıkan ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülen en önemli nokta ise; bilimin doğasının öğretiminin bilişsel bir öğretim hedefi olarak kabul edilmesi ve doğrudan- yansıtıcı olarak planlanması ve yapılmasının kaçınılmaz olduğudur. Bununla birlikte literatürdeki çalışmalarda öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını geliştirmeye yönelik çalışmaların sınırlı ölçüde etkili olduğu ve öğrencilerin % 50'sinden daha azının kavramlarını “yeterli” düzeye çıkarabildiği belirtilmiştir. Fakat, bilimin doğasının öğretiminin fen konu alanı bağlamının dışında ve doğrudan-yansıtıcı bir yaklaşımla uzun bir sürede öğretilmesinin öğrencilerin daha “yeterli” kavramlar kazanmaları açısından başarılı sonuçlar verebileceğine inanılmaktadır.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde ilk önce bilimin doğasıyla ilgili kavramları ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine öğretebilmek bağlamında çalışmada ortaya çıkan sonuçlara dayalı olarak öğretim programlarına, program geliştiricilere, öğretmenlere ve öğrencilere yönelik bazı öneriler sunulmuştur. İkinci bölümde ise araştırmacı, çalışmayı tasarlayıp uygularken yaşadığı deneyimleri açıklamış ve bilimin doğasının öğretimine yönelik çalışma yapmayı düşünen araştırmacılara bazı önerilerde bulunmuştur.

6.1. Bu Çalışmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Bilimin doğasının öğretiminin çağdaş fen öğretiminin önemli hedefleri arasında yer aldığı bundan önceki bölümlerde tartışılmıştır (Lederman, 1992). NSE (1996) ve BFSL (1993) olarak bilinen ve fen eğitimiyle ilgili çalışmalarda en çok atıf alan fen eğitimi dokümanlarında bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesinin önemi vurgulanmış ve farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler için öğretilmesi uygun olan bilimin doğasıyla ilgili unsurlar açıklanmıştır. Bundan önce ülkemizde hazırlanan fen bilgisi öğretim programlarının hiç birinde öğrencilerin fen konu alanını başarılı bir şekilde öğrenebilmeleri ve bilime yönelik olumlu tutumlar kazanabilmeleri için bilimin doğasını kesinlikle öğrenmeleri gerektiği hususu açıklanmamıştır. Buna karşın en son hazırlanan ve 2005 yılı itibariyle okullarda uygulamaya başlanan fen ve teknoloji dersi öğretim programının başında bilimin doğası kavramına çok kısa bir atıfta bulunulmuştur. Bu çalışmada önemi kapsamlı olarak açıklanan bilim ve bilimsel bilginin doğası, özellikle fen bilgisi öğretim programlarının içerisinde “bilişsel bir öğretim hedefi” olarak ifade edilmelidir.

2. İncelemeye ve araştırmaya dayalı öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanabilmeleri ve dolayısıyla bilimsel çalışmayla ilgili yeterli bilgiler kazanabilmeleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Buna karşın, bilimin doğasının öğretimi

bilimsel çalışmanın öğrenilmesinden oldukça farklı bir konudur. Bilimin doğası kavramı öğrencilerin basitçe araştırma etkinliklerine katılarak ve bu etkinliklerin bir yan ürünü olarak yeterli seviyede öğrenilebilecek kadar basit olamaz (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000; Khisfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bu nedenle, öğretmenler bilimin doğasını öğrencilerine öğretebilmek için özel bir zaman ayırmalı ve yoğun bir çaba harcamalıdır. Bilimin doğasıyla ilgili kavramların öğrencilere yeterli seviyede öğretilmesinde dolaylı bir yaklaşım yerine doğrudan-yansıtıcı bir yaklaşım kullanılmalıdır.

3. Bu çalışma kapsamında incelenen 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasının dört unsuruyla ilgili “zayıf” kavramlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bu sınıfta yapılan fen öğretiminin araştırmaya-incelemeyle dayalı olduğu ve laboratuvar etkinlikleriyle birlikte yürütüldüğü belirtilmişti. Bu nedenle, bilimin doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları kavramlarda ortaya çıkan yetersiz durum bir ölçüde kullanılan öğretim yaklaşımının ürünüdür. Yani, incelemeye dayalı fen öğretim yaklaşımı öğrencilerin bilimin doğasını yeterli seviyede öğrenebilmeleri noktasında başarısız olmuştur. Bu nedenle yukarıda yapılan açıklamaları destekleyebilecek şekilde, bilimin doğası öğrencilere doğrudan öğretilmelidir.

4. Bilimin doğasının öğrencilere öğretimine yönelik tasarlanan öğretim etkinliklerinin ulusal eğitim literatürde bulunmaması, araştırmacıyı bu çalışmayı yürüterek etkinlikler hazırlamaya teşvik etmiştir. Bu çalışmada kullanılan etkinlikleri, öğrencilere bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğasını yeterli seviyede öğretebilmiştir. Bu nedenle, bilimin doğasını öğrencilerine öğretmeyi planlayan ve hedefleyen bütün öğretmenler ve özellikle de fen bilgisi öğretmenleri bu amaçla mevcut araştırmada kullanılan etkinlikleri derslerinde yapmalıdır.

5. Bilimin doğasının öğretimini yapacak öğretmenlerin önce kendilerinin bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlara sahip olması gerekir. Bu çalışmada incelenen fen bilgisi öğretmenin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili kavramlarının ikisi – bilimin çıkarımsal doğası, hayâlcilik ve yaratıcılık- dışında “zayıf” olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili yeterli kavramlar kazanabilmeleri açısından, hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarına bilimin ve bilimsel bilginin doğasının işlendiği zorunlu dersler ilave edilmelidir. Bu derslerden bazıları; Bilimin Doğası, Bilim Tarihi, Bilim Felsefesi, Fen-Teknoloji-Toplum, Bilim Sosyolojisi olabilir.

6. Hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarında öğretmen adaylarının bilimsel çalışmalar yapabilmesi için önemli bazı fırsatlar sunulabilmektedir. Buna karşın, öğretmen adayları, programa konulan özel dersler yoluyla hem bilimin doğası hem de bilimsel çalışma konularında doğrudan bilgilendirilmelidir (Bell vd., 2003).

7. Fen öğretimin hedeflerinden biri olan; “bilimsel okuryazar öğrencilerin yetiştirilmesi” amacıyla, bilim tarihi ve bilimin doğası konuları fen öğretiminin önemli bir parçası olmalıdır. Bu konuların öğretimi, fen öğretim programının içine amaçlı olarak yerleştirilmelidir (Thye ve Kwen, 2003). Bilimin doğasının, bilimsel okuryazarlığın bir alt boyutu olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle öğrencilerin bilimsel okuryazar olmaları bilimin doğasının da bir ölçüde farkına varabildiklerini içerir.

8. Bilimsel süreç becerileri ile bilimin doğası karıştırılmamalıdır. Bir olayla ilgili iyi gözlem yapmak bilimsel bir süreç becerisidir. Buna karşın bir şeyle ilgili olarak yapılan gözlemlerin kişilerin bireysel bakış açılarından ve deneyimlerinden etkilenebileceğini bilmek bilimin doğasıyla ilgili bir kavramdır. Benzer şekilde bilimsel bir deney yaparken değişkenleri belirlemek bilimsel bir süreç becerisidir. Buna karşın, yapılan deneylerin farklı bilgilere yol açabileceğini bilmek bilimin doğasıyla ilgili bir kavramdır. Bu iki kavram -bilimin doğası ve bilimsel süreç becerileri – birbirleriyle çok karıştırılır. Fen bilgisi öğretmenleri derslerinde bu iki çeşit bilgi arasındaki ayrımı iyi yapmalıdır.

9. Bilimin doğasının öğretimi için uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Bu nedenle, okullarda öğrencilerin bilimin doğasını yeterli bir şekilde öğrenebilmeleri için fen bilgisi öğretim programları içerisinde özel bir zaman ayrılmalıdır. Bilimin doğasının öğrencilere öğretildiği konu alanı ile bağlam oldukça önemlidir. Bu çalışmada öğrencilerin bir atomun yapısıyla ilgili konu tartışılırken bilimin doğasını daha iyi kavradıkları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle öğretmenler, bilimin doğasının en iyi öğretilenbileceği konu alanını seçebilmeli ve buna ilaveten ilgili konu alanıyla ilgili etkin bir pedagojik konu alanı bilgisine sahip olmalıdır. Fen bilgisi öğretmenleri bilimin doğasını sınıf içi öğretimleri boyunca başarılı bir şekilde kullanabilmek için güçlü bir konu alanı bilgisinin yanında, bilimin doğasıyla ilgili güçlü bir bilgi yapısına sahip olmalıdır (Lederman vd., 2001). Bunların öğretmen adaylarına kazandırılabilmesi için hizmet öncesi öğretmen eğitimi programları yeniden yapılandırılmalıdır.

10. Bilimin doğasının öğrencilere veya öğretmen adaylarına öğretiminde yansıtıcı bir bilimi doğası yaklaşımı tercih edilmelidir. Yani, öğrenciler yürüttükleri etkinlikler ile bilim ve bilimin doğasıyla ilgili unsurlar arasında bağlantı kurmalı, bunları akranlarıyla paylaşmalı, bilimsel bir bilgiye ulaşma yollarını tecrübe etmeli ve onu yansıtmalıdır. Bu yolla bilimin doğasını anlayabilirler. Bu çalışma kapsamında uygulanan öğretim etkinliklerinde öğrencilerin bireysel olarak veya birlikte çalışmaları sonucunda ortaya koydukları açıklamaları delillerle desteklemeleri, açıklamalara ulaşma sürecini ayrıntılı olarak ifade etmeleri ve yazmaları istenmiştir. Bu yolla öğrenciler, yaptıkları çalışmalar ile bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar arasında önemli ilişkiler kurebilmiştir.

11. Bilim insanlarına yönelik olarak öğrencilerin yanlış birçok imaja sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bu çalışma boyunca öğretmen ve araştırmacı bilim adamı terimini kullanmaktan şiddetle kaçınmasına rağmen, son etkinlikte öğrencilerin çoğunlukla erkek bilim insanı resmi çizmeye çalıştığı belirlenmiştir. Buradan hareketle, öğretmenin bilim adamı yerine bilim insanı terimini kullanması öğrencilerin bilim insanlarının kadın da olabileceği olgusunu kavramalarında etkili olamamıştır. Bu nedenle öğrencilerin bilim insanlarına yönelik yanlış imajlarının ortadan kaldırılması için yazılı kaynaklarda veya görsel-işitsel iletişim araçlarında bilim insanlarını doğru bir şekilde betimleyen özellikleri incelemeleri için fırsatlar sunulmalıdır. Bilim insanlarına yönelik olumlu veya olumsuz imajların bir bütün olarak bilime ve bilimsel çalışmalara yönelik öğrencilerin sahip oldukları düşünceleri etkileyebileceği kesinlikle unutulmamalıdır.

12. Bilimin doğası öğretim etkinlikleri katılımcı öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarını da anlamlı ölçüde ve olumlu yönde etkileyebilmiştir. Fen derslerine karşı öğrencilerin sahip oldukları tutumlar ile akademik başarıları arasında yoğun bir ilişki vardır. Bu bağlamda, fen bilgisi öğretmenlerinin derslerine bilimin doğasını öğretmek başlamak veya ders aralarında doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası etkinliklerini yapabilecekleri durumunda öğrencilerinin ilgi ve dikkatini bilime, bilimsel çalışmaya ve fen konularına çekebileceği unutulmamalıdır.

13. Bu çalışmada uygulanan öğretim etkinlikleri, hem öğrencilerin hem de öğretmenin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını “zayıf” düzeyden “yeterli” düzeye çıkarmıştır. Literatürde, öğretmenlerin bilimin doğasını öğrenmeleri ve öğretebilmeleri için yoğun bir

desteğe ihtiyaç duydukları belirtilmektedir. Bilimin doğasıyla ilgili olarak öğretmenlerin özellikle pedagojik konu alanı bilgisi kazanabilmek için desteğe ihtiyaçları olduğu belirtilmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000). Buna karşın, bu çalışmada öğretmene, uygulanacak etkinliklerle ilgili hazırlanan yazılı metin ve kullanılacak araç-gereçler dışında herhangi bir yardım yapılmamıştır.. Fakat öğretmen oldukça yapılandırılmış etkinlikleri uygulayıp, etkinliklerden sonra yansıtıcı yazılarını yazarken bilimin doğasını kendi kendine öğrenmiştir. Buradan hareketle öğretmenler bu çalışmada hazırlanan etkinlikleri uygulamaya yönelik güçlü inançlara sahip olmaları ve hiçbir işlemi atlamadan yapmaları durumunda bilimin doğasını yeterli seviyede öğrenebilecektir. Bilimin doğasını öğrenmenin en iyi yolu onu öğretmektir.

14. Bilimin statik değil dinamik bir yapıda olduğunu bilen öğrencilerin, bilime daha çok katkı yapma eğiliminde oldukları bilinmektedir. Buradan hareketle bilimin doğası öğrencilere doğru bir şekilde öğretilibilirse, öğrencilerin bilimin ve bilimsel bilgilerin dinamik bir yapıda olduğunu kavrayabilmeleri kolaylaşacak ve öğrenciler onunla meşgul olmak ve yeni şeyler ortaya koymak için daha fazla çaba harcamak isteyebilecektir.

15. Bununla birlikte öğrencilerin % 100 doğru olmadığını anladıkları bilimsel bilgilere daha eleştirel bir bakış açısıyla bakmaları ve onu sürekli olarak kritik etmeleri için fırsatlar sunulmalıdır. Bu yolla fen dersleri sürecinde sınıf içi tartışmalar artabilir. Bu durum yeni öğrenmelere yol açabilir. Bu çalışmada öğrencilerin bilimle ilgili yanlış fikirleri uzun bir sürede kazandıkları söylebilir. Buradan hareketle, bilimin doğası öğrencilere mümkün olduğunca daha alt öğrenme seviyelerinde ve sarmal bir yapıda verilmelidir. Bilim ve bilimsel bilgiyle ilgili öğrencilerin kazandıkları olumsuz imajları sonradan yenileriyle değiştirmek, bunların zamanında doğru olmayan bir tarzda yapılandırılmasını önlemekten daha zordur.

16. Her bir öğrenim seviyesindeki öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramların araştırıldığı kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmaların Milli Eğitim Bakanlığı veya üniversite destekli olarak projelendirilmesi ve öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları kavramları yansıtan bilimin doğası profillerinin çıkarılması ve karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır.

17. Bu çalışmada incelenen fen bilgisi öğretmeninin bilimin doğasının unsurlarıyla ilgili “yeterli” kavramlar kazandığı belirlenmiştir. Fakat bu yeterli kavramaları, fen öğretimi sürecinde konuları işlerken, sınıf içi öğretim uygulamalarına ne şekilde dönüştürebildiğinin de araştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu yolla bilimin doğasını bilmenin onu başarılı bir şekilde öğretebilmek için yeterli olup olmadığı konusu incelenebilir.

18. Bilimin doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip oldukları kavramlar analiz edilirken, nitel ölçme araçlarından faydalanılması ve mümkün olması durumunda bu çalışmada yapıldığı şekliyle nitel ve nicel ölçme araçlarının aynı amaca – öğrencilerin bilimin doğası kavramlarının ortaya çıkarılmasına - yönelik birlikte kullanılması etkili olabilir.

6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Yeni Araştırmacılara Önerileri

Bu çalışmanın, bilimin doğasının öğretilmesine veya bilimin doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları kavramların belirlenmesine yönelik çalışma yapmayı düşünen araştırmacılara kaynak olabileceğinden hareketle bazı önerilerde bulunulmuştur:

1. Bu çalışmada bilimin doğasının ilköğretim öğrencilerine öğretilmesine yönelik literatür taraması yapılarak doğrudan-yansıtıcı öğretimin etkili olabileceğine karar verilmiştir. Bu nedenle bilimin doğasını öğrencilere doğrudan öğretebilecek etkinlikler hazırlanıp uygulanmıştır. Fakat ülkemiz eğitim durumlarında bilimin doğasının en başarılı şekilde öğretilmesi için literatürde belirtilen üç yaklaşımın –tarihsel, dolaylı ve doğrudan-etkisinin karşılaştırıldığı deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır.

2. Bu çalışmada ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine bilimin kesin olmayan, deneysel, çıkarıma dayalı, hayâlcî ve yaratıcı doğasının öğretilmesinin uygun olduğuna literatüre bağlı olarak karar verilmiştir. Buradan hareketle ülkemiz öğrencileri için ve her bir öğrenim seviyesindeki öğrencilere bilimin doğasıyla ilgili hangi kavramların öğretilmesinin uygun olabileceği hususu öğretmenlerle ve öğretmen eğitimcileri ile araştırılmalıdır.

3. Bilimin doğasıyla ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları kavramların belirlenmesinde nicel ölçme araçları yerine nitel ölçme araçları kullanılmalıdır. Bu durumu açığa kavuşturabilmek için bir grup öğrencinin nitel ve nicel ölçme araçlarıyla tespit edilen bilimin doğası kavramları karşılaştırılarak bir sonuca varılabilir.

4. Bilimin doğasının öğretime yönelik çok güçlü inançlara sahip olan öğretmenin bilimin doğasını doğrudan öğretmeye karşı daha istekli olabileceği ve daha çok çaba harcayabileceğine inanılmaktadır. Bu nedenle bilimin doğasının öğretimiyle ilgili hazırlanan etkinliklerin sınıf içinde öğrencilere uygulanmasında bu özelliği taşıyan öğretmenlerle birlikte çalışılmalıdır.

5. Bilimin doğasının öğretilmesiyle ilgili etkinliklerin uygulanmasında, akademik fen başarıları açısından benzer seviyedeki öğrencilerin birlikte olabileceği çalışma gruplarının kurulması etkili olmuştur. Bu yolla gruplarda yer alan öğrencilerin kendi potansiyelleri ölçüsünde bilgilerini yapılandırabilmeleri için yoğun çaba harcadıkları ortaya çıkmıştır.

6. Bu çalışmada hazırlanan etkinliklerin birden çok sınıfta denenmesi elde edilen bulguların ve varılan sonuçların genellenebilirliğinin sağlanabilmesi açısından büyük önem taşır. Bu nedenle çalışmada kullanılan etkinliklerin benzer veya değişik öğrenim seviyesindeki öğrencilerle tekrarlanmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. AAAS. American Association for the Advancement of Science, Project 2061: Benchmarks for Science Literacy, New York: Oxford University Press, 1993.
2. AAAS. American Association for the Advancement of Science, Science for All Americans, New York: Oxford University Press, 1990.
3. Abd-El-Khalick, F. ve Boujaoude, S., An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching, Journal of Research in Science Teaching, 34 (1997) 673-699.
4. Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N.G., Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature, International Journal of Science Education, 22, 7 (2000) 665-701.
5. Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. ve Lederman, N. G., The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural, Science Education, 82 (1998) 417-436.
6. Abd-El-Khalick, F., Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But.... Journal of Science Teacher Education, 12, 3 (2001) 215-233.
7. Abd-El-Khalick, F., Improving Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science in the Context of a Science Content Course, Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, 2000.
8. Abd-El-Khalick, F., The Influence of History of Science Courses on Students' Conceptions of the Nature of Science. Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University, Oregon, 1998.
9. Akerson, V.L. ve Abd-El-Khalick, F.S., Improving Pre-Service Elementary Teachers' Conceptions of the Nature of Science Using a Conceptual Change Teaching Approach, International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, Akron, Ohio, 2000.
10. Akerson, V.L. ve Abd-El-Khalick, F., Teaching Elements of Nature of Science: A Yearlong Study of a Fourth-Grade Teacher, Journal of Research in Science Teaching, 40, 10 (2003) 1025-1049.
11. Akerson, V.L., Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N.G., Influence of A Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science, Journal Of Research In Science Teaching, 37, 4 (2000) 295-317.
12. Aldridge, J., Taylor, P. ve Chen, C., Development, Validation and Use of the Beliefs about Science and School Science Questionnaire Bases. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Chicago, 1997.

13. Bady, R. A., Students' Understanding of the Logic Of Hypothesis Testing, Journal of Research in Science Teaching, 16, (1979) 61-65
14. Bell, R. L., Lederman, N. G. ve Abd-El-Khalick, F., Developing And Acting upon One's Conception of the Nature of Science: A Follow-Up Study, Journal of Research in Science Teaching, 37, (2000) 563-581.
15. Bell, R.L. ve Lederman, N.G., Understanding of the Nature of Science And Decision Making on Science And Technology Based Issues, Science Education, 87, 3 (2003) 352-377.
16. Bell, R.L. ve Matkins, J.J., Learning about the Nature of Science in an Elementary Science Methods Course: Content vs. Context. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia, Pa, 2003.
17. Bell, R.L., Blair, L.M., Crawford, B.A. ve Lederman, N.G., Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understanding of the Nature of Science and Scientific Inquiry, Journal of Research in Science Teaching, 40, 5 (2003) 487-509.
18. Billeh, V.Y. ve Hasan, O.E., Factors Influencing Teachers' Gain in Understanding the Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 12 (1975) 209-219.
19. Boujaoude, S., Epistemology and Sociology of Science According to Lebanese Educators and Students, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St.Louis, Mo, 1996.
20. Brickhouse, N.W., Dagher, Z.R., Letts, W.J. ve Shipman, H.L., 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 (2000) 340-362.
21. Brickhouse, N.W., Teachers' Beliefs About the Nature of Science And Their Relationship to Classroom Practice, Journal of Teacher Education, 41, 3 (1991) 53-62.
22. BSCS, Biological Sciences Curriculum Study, Processes of Science Test. New York: Psychological Corporation, 1962.
23. Büyüköztürk, Ş., Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi Elkitabı, Pegem A Yayıncılık, Ankara, 2002.
24. Carey, S. ve Evans, R. 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 (1989) 514-529.
25. Çelik, S. ve Bayrakçeken, S., Öğretmen Adaylarının Bilim Anlayışları Ve "Fen, Teknoloji ve Toplum" Dersinin Bu Anlayışlara Etkisi. Vi. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2004.
26. Çelik, S., Öğretmen Adaylarının Bilim Anlayışları ve "Fen, Teknoloji ve Toplum" Dersinin Bu Anlayışlara Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2003.

27. Çepni, S., Fizik Öğretmen Adaylarının Temel Terimlerdeki Yanılgılarının Akademik Başarılarına Etkileri, Milli Eğitim Dergisi, 138 (1998) 26–32
28. Clark, C.M. ve Peterson, P.L., Teachers Thought Processes. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd Ed.) (Pp. 255-296). New York, Ny: Macmillan, 1986.
29. Clough, M.P. ve Olson, J.K., Structure of a Course Promoting Contextualized and Decontextualized Nature of Science Instruction. Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers, St.Louis, MO, 2001.
30. Clough, M.P., Explicit but Insufficient: Additional Considerations for Successful NOS Instruction. Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers, St.Louis, MO, 2003.
31. Crumb, G.H., Understanding of Science in High School Physics, Journal of Research in Science Teaching, 3, 3 (1965) 246-250.
32. Driver, R., Leach, J., Millar, R. ve Scott, P., *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press, 1996.
33. Duschl, R. A., *Restructuring Science Education: The Importance of Theories And Their Development*. New York: Teachers College Press, 1990.
34. Duschl, R.A. ve Wright, E., A Case Study Of High School Teachers' Decision Making Models for Planning And Teaching Science, Journal of Research in Science Teaching, 26 (1989) 467-501.
35. ENSI, Evolution & The Nature Of Science Institutes. [Http://Www.Indiana.Edu/~Ensiweb/Natsc.Fs.Html](http://Www.Indiana.Edu/~Ensiweb/Natsc.Fs.Html)], 12 Kasım 1999.
36. Eve, R. ve Dunn, D., Psychic Powers, Astrology, & Creationism in the Classroom?, The American Biology Teacher, 52, 1 (1990) 10-21.
37. Eylon, B.S. ve Linn, M.C., Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education, Review of Education Research, 58 (1988) 251–301.
38. Gallagher, J.J., Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science, Science Education, 75, 1 (1991) 121-134.
39. Gess-Newsome, J. ve Lederman, N.G., Biology Teachers' Perceptions of Subject Matter Structure And Its Relationship to Classroom Practice, Journal of Research in Science Teaching, 32 (1995) 301-325.
40. Govett, A.L., Teacher's Conception of the Nature of Science: Analyzing the Impact of A Teacher Enhancement Program in Changing Attitudes And Perceptions of Science And Scientific Research, Unpublished Phd Thesis, College of Human Resources And Education, West Virginia University, 2001.
41. Griffiths, A.K. ve Barman, C., High School Students' Views about the Nature of Science: Results from Three Countries, School Science and Mathematics, 95 (1995) 248-255.

42. Griffiths, A.K. ve Barry, M., High School Students' Views about the NOS, School Science And Mathematics, 93, 1 (1993) 35-37.
43. Gücüm, B., Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yapısını Anlama Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara, 2000.
44. Gürel, Z., Resim Bölümü Öğrencilerinin Fen Biliminin Doğasını Anlama Biçimleri, V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara, 2002.
45. Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M., Bilimin Doğası Ve Yüksek Öğrenim Öğrencilerinin Bilimin Doğasına Dair Düşünceleri, Milli Eğitim Dergisi, 166 (2005)
46. Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Mavi, A., Bilimin Doğasının Öğretimi İçin İlginç Bir Konu: Gravitasyon, Milli Eğitim Dergisi, 162, (2004)
47. Güzel, H., Fizik Bölümü Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yapısını Anlama Düzeyleri. VI. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2004.
48. Hammer, D., Epistemological Beliefs in Introductory Physics, Cognition and Instruction, 12 (1994) 151-183.
49. Harty, M., Samuel, J. V. ve Andersen, H. O., Understanding the Nature of Science And Attitudes Toward Science And Science Teaching Of Pre-Service Elementary Teachers In Three Preparation Sequences, Journal of Elementary Science Education, 3 (1991) 13-22.
50. Hodson, D., Toward A Philosophically More Valid Science Curriculum, Science Education, 72, 1 (1988) 19-40.
51. Hogan, K., Exploring a Process View of Students' Knowledge about the Nature of Science, Science Education, 84 (2000) 51-70.
52. Hogan, K., Relating Students' Personal Frameworks for Science Curriculum, Science Education, 72 (1999) 19-40.
53. Howe, E.M. ve Rudge, D.W., Using The History of Research on Sickle-Cell Anemia to Affect Preservice Teachers' Conceptions of the Nature of Science, International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, St. Louis, MO, 2003.
54. Huber, R.A. ve Burton, G.M., What Do Students Think Scientists Look Like?, School Science and Mathematics, 95, 7 (1995) 371-376.
55. İrez, O.S., Bilim Ve Bilimin Doğası Hakkındaki Anlayışların Fen Bilimleri Eğitimine Yaklaşım Üzerine Etkisi. VI. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2004b.
56. İrez, O.S., Hizmet Öncesi Öğretmen Yetiştiricilerinin Bilim Ve Bilimin Doğası Hakkındaki Anlayışları. VI. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2004a.

57. Irwin, A. R., Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context, Science Education, 84 (2000) 5-26.
58. Johnson, R. L. ve Peeples, E. E., The Role of Scientific Understanding In College: Student Acceptance of Evolution, American Biology Teacher, 49 (1987) 96-98.
59. Johnston, A. T. ve Southerland, S. A., Conceptual Ecologies And Their Influence on Nature of Science Conceptions: More Dazed And Confused Than Ever, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA, 2002.
60. Jungwirth, E., An Evaluation of Attained Development of The Intellectual Skills Needed for Understanding of the Nature of Scientific Inquiry By BSCS Pupils In Israel, Journal of Research in Science Teaching, 7 (1970) 141-151.
61. Kang, S., Scharmann, L.C. ve Noh, T., Examining Students' Views on the Nature of Science: Results from Korean 6th, 8th, And 10th Graders, Science Education, 89 (2005) 314-334.
62. Kemp, A.C. ve Karpoff, A.J., Enhancing Pre-Service Science Teachers' Understanding of the Nature of Science, Annual International Conference of the Association for Educators of Teachers of Science, St. Louis, MO, 2003.
63. Kenyon, L.O., The Effect of Explicit, Inquiry Instruction on Freshman College Science Majors' Understanding of the Nature of Science, Unpublished PhD Dissertation, University of Houston, 2003.
64. Khishfe, R. ve Abd-El-Khalick, F., 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 (2002) 551-578.
65. Khishfe, R. ve Lederman, N., The Development of Students' Conceptions of Nature of Science, Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), Chicago, Il, 2003.
66. Khishfe, R.F., Relationship between Students' Understandings of Nature of Science And Instructional Context. Unpublished Phd Thesis, Graduate College of The Illinois Institute of Technology. Chicago, Illinois, 2004.
67. Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya, C., Ninth Grade Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28 (2005) 127-133.
68. King, B.B., Beginning Teachers' Knowledge of and Attitude toward History and Philosophy of Science, Science Education, 75, 1 (1991) 135-141.
69. Kımık, A., Muşlu, G. ve Macaroğlu-Akgül, E., Çocuk Gözüyle Bilim Ve Bilim Adamı. VI. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2004.
70. Klopfer, L. ve Cooley, W., Test on Understanding Science. Form W. Princeton, Nj: Educational Testing Service, 1961.

71. Klopfer, L. ve Cooley, W., The History of Science Cases for High Schools in the Development of Student Understanding of Science And Scientists, Journal of Research in Science Teaching, 1, (1963) 33-47.
72. Klopfer, L.E. ve Watson, F. G., Historical Materials and High School Science Teaching, The Science Teacher, 24 (1957) 264-293.
73. Kuhn, T.S., The Structure of Scientific Revolutions (2nd Edn), Chicago: The University of Chicago Press, 1970.
74. Larochelle, M. ve Desautels, J., "Of Course, It's Just Obvious": Adolescents' Ideas of Scientific Knowledge, International Journal of Science Education, 13, 4 (1991) 373-389.
75. Lecompte, M. D. ve Preissle, J., Ethnography and Qualitative Design in Educational Research. (2nd Ed). San Diego: Academic Press, 1993.
76. Lederman, N. G. ve Abd-El-Khalick, F., Avoiding De-Natured Science: Activities That Promote Understanding of the Nature of Science. In W. McComas (Ed.), The Nature Of Science In Science Education: Rationales And Strategies (Pp.83-126). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.
77. Lederman, N. G., Wade, P. D. ve Bell, R. L., Assessing The Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments?, Science And Education, 7 (1998) 595-615.
78. Lederman, N.G. ve Zeidler, N.G., Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?, Science Education, 71, 5 (1987) 721- 734.
79. Lederman, N.G. ve Omalley, M., Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use, And Sources of Change, Science Education, 74, 2 (1990) 225-239.
80. Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. ve Schwartz, R.S., 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 (2002) 497-521.
81. Lederman, N.G., Gess-Newsome, J. ve Latz, M.S., The Nature And Development of Preservice Teachers' Conceptions of Subject Matter And Pedagogy, Journal of Research in Science Teaching, 31 (1994)129-146.
82. Lederman, N.G., Schwartz, R.S., Abd-El-Khalick, F. ve Bell, R.L., Pre-Service Teachers' Understanding And Teaching of Nature of Science: An Intervention Study, Canadian Journal of Science, Mathematics And Technology Education, 1, 2 (2001) 135-160.
83. Lederman, N.G., Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research, Journal of Research in Science Teaching, 29, 4 (1992) 331-359.
84. Lederman, N.G., 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 (1999) 916-929.

85. Liu, S. ve Lederman, N.G., Taiwanese Gifted Students' Views of Nature of Science, School Science And Mathematics, 102, 3 (2002) 114-123.
86. Macaroglu, E., Taşar, M. F. ve Cataloglu, E., Turkish Preservice Elementary School Teachers' Beliefs about the Nature of Science. Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, CA, 1998.
87. Matkins, J.J., Bell, R.L., Irving, K. ve Mcnall, R., Impacts of Contextual and Explicit Instruction On Preservice Elementary Teachers' Understandings Of The Nature Of Science, 2002. In P. Rubba, J. Rye, W. Di Biase, & B. Crawford (Ed.), Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Pensacola, Fl: Association for the Education of Teachers in Science.
88. Mccomas, W., Ten Myths Of Science: Reexamining What We Think We Know About The Nature of Science, School Science and Mathematics, 96 (1996) 10-16.
89. McNabb, D.E., Research Methods in Public Administration and Nonprofit Management: Quantitative and Qualitative Approaches. M.E. Sharpe, Armonk, Newyork, 2002.
90. MEB, İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2005.
91. Meichtry, Y.J., Influencing Student Understanding of the Nature of Science: Data From A Case of Curriculum Development, Journal of Research in Science Teaching, 29, 4 (1992) 389-407.
92. Moss, D.M., Abrams, E.D. ve Kull, J.R., Describing Students Conceptions of the Nature of Science Over An Entire School Years, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Diego, CA, 1998.
93. Moss, D.M., Abrams, E.D. ve Robb, J., Examining Student Conception of the Nature of Science, International Journal of Science Education, 23, 8 (2001) 771-790.
94. Murcia, K. ve Schibeci, R., Primary Student Teachers' Conceptions of the Nature of Science, International Journal of Science Education, 21, 11 (1999) 1123-1140.
95. NRC, National Research Council, National Science Education Standards, Washington, DC: National Academic Press, 1996.
96. Ogunniyi, M. B., Relative Effects of A History/Philosophy of Science Course on Student Teachers' Performance on Two Models of Science, Research in Science & Technological Education, 1 (1983) 193-199.
97. Oyman, N.Y., İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Anlayışlarının Tespiti. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2002.
98. Piaget, J., Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood, Human Development, 15 (1972) 1-12.

99. Pomeroy, D., Implications of Teachers' Beliefs About the Nature of Science: Comparison of the Beliefs of Scientists, Secondary Science Teachers, And Elementary Teachers, Science Education, 77 (1993) 261-278.
100. Reif, F. ve Larkin, J.H., Cognition in Scientific And Everyday Domains: Comparison And Learning Implications, Journal of Research in Science Teaching, 28 (1991) 733-760.
101. Rivas, M.G., The Nature of Science And Preservice Elementary Teacher: Change in Understanding And Practice, Unpublished PhD Dissertation, University of California, 2003.
102. Roth, W.M. ve Roychoudhury, A., Physics Students' Epistemologies And Views About Knowing And Learning, Journal of Research in Science Teaching, 40 (2003) 114-139.
103. Rubba, P. A., Schoneweg-Bradford, C. S. ve Harkness, W. L., A New Scoring Procedure for the Views on Science-Technology-Society Instrument, International Journal of Science Education, 18, 4 (1996) 387-400.
104. Rubba, P., Horner, J. K. ve Smith, J. M., A Study of Two Misconceptions About the Nature of Science Among Junior High School Students, School Science and Mathematics, 81 (1981) 221-226.
105. Rubba, P., Nature of Scientific Knowledge Scale, School of Education, Indiana University: Bloomington, Indiana, 1976.
106. Rutherford, F. J., Holton, G. ve Watson, F. G., The Project Physics Course. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1970.
107. Ryan, A. G. ve Aikenhead, G. S., Students' Preconceptions about the Epistemology of Science, Science Education, 76 (1992) 559-580
108. Ryder, J., Leach, J. ve Driver, R., Undergraduate Science Students' Images of Science, Journal Of Reserach In Science Teaching, 36, 2 (1999) 201-220.
109. Sandoval, W.A. ve Morrison, K., High School Students' Ideas about Theories and Theory Change after a Biological Inquiry Unit, Journal of Research in Science Teaching, 40, 4 (2003) 369-392.
110. Scharmann, L. C., Locus of Control: A Discriminator of the Ability to Foster An Understanding of the Nature of Science Among Preservice Elementary Teachers, Science Education, 72 (1988a) 453-465.
111. Scharmann, L. C., The Influence of Sequenced Instructional Strategy And Locus of Control on Preservice Elementary Teachers' Understanding of the Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 25 (1988b) 589-604.
112. Scharmann, L.C. ve Harris, W.M., Teaching Evolution: Understanding and Applying the Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 29 (1992) 375-388.
113. Scharmann, L.C., Enhancing the Understanding of the Premises of Evolutionary Theory: The Influence of Diversified Instructional Strategy, School Science And Mathematics, 90 (1990) 91-100.

114. Schwartz, R.S. ve Lederman, N.G., “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 (2002) 205-236.
115. Schwartz, R.S., Lederman, N.G. ve Crawford, B., Making Connections Between the Nature of Science And Scientific Inquiry: A Science Research Internship for Preservice Teachers, Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Akron, OH, 2000.
116. Shapiro, B. L., A Case Study of Change In Elementary Student Teacher Thinking During An Independent Investigation in Science: Learning About the “Face of Science That Does Not Yet Know”, Science Education, 80 (1996) 535-560.
117. Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C. ve Hennessey, M. G., Sixth-Grade Students’ Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development, Cognition and Instruction, 18 (2000) 349-422.
118. Smith, M.U., Lederman, N. G., Bell, R. L., McComas, W.F. ve Clough, M.P., How Great is the Disagreement About the Nature of Science? A Response to Alters, Journal of Research in Science Teaching, 34 (1997) 1101-1103.
119. Solomon, J., Duveen, J., Scot, L. ve McCarthy, S., Teaching About the Nature of Science Through History: Action Research in the Classroom, Journal of Research in Science Teaching, 29 (1992) 409-421.
120. Solomon, J., Duveen, J. ve Scot, L., Pupils’ Images of Scientific Epistemology, International Journal of Science Education, 16, 3 (1994) 361-373.
121. Solomon, J., Exploring the Nature of Science, Glasgoew, England: Blackie, 1991.
122. Songer, N.B. ve Linn, M.C., How Do Students’ Views of Science Influence Knowledge Integration?. Journal of Research in Science Teaching, 28 (1991) 761–784.
123. Strauss, A. ve Corbin, J., Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures And Techniques. Ondon, Sage Publications, 1990.
124. Taşar, M.F., Bilim Hakkında Görüşler Anketi. V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara, 2002.
125. Taşar, M.F., Teaching History And The Nature of Science in Science Teacher Education Programs, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 13 (2003) 30-42.
126. Thyne, T.L. ve Kwen, B.H., Assessing the Nature of Science Views of Singaporean Pre-Service Teachers, Annual Conference of the New Zealand/Australian Association for Research in Education, Auckland, 2003.
127. Toğrol, Y.A., Öğrencilerin Bilim İnsanına İlişkin İmgeleri. Eğitim Ve Bilim Dergisi, Basımda.

128. Trent, J., The Attainment of the Concept “Understanding Science” Using Contrasting Physics Courses, Journal of Research in Science Teaching, 3 (1965) 224-229.
129. Tsai, C.-C., The Progression Toward Constructivist Epistemological Views of Science: A Case Study of the Sts Instruction of Taiwanese High School Female Students. International Journal of Science Education, 21, 11 (1999) 1201-1222.
130. Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. ve Nowak, J. D., Research on Alternative Conceptions in Science, 1994. In Gabel, D. L.)Ed). Handbook of Research in Science Teaching And Learning (Pp.177-210). New York: Macmillan.
131. Welch, W.W. ve Walberg, H. J., A National Experiment in Curriculum Evaluation, American Educational Research Journal, 9 (1972) 373-383.
132. Yakmacı, B., Fen Alanı (Biyoloji, Kimya Ve Fizik) Öğretmenlerinin Bilimsel Okur-Yazarlığın Bir Boyutu Olan "Bilimin Doğası Ve Özellikleri" Konusundaki Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1998.
133. Yakmacı-Güzel, B., Fen Alanı (Biyoloji, Kimya Ve Fizik) Öğretmenlerinin Bilimsel Okur-Yazarlığın Bir Boyutu Olan “Bilimin Doğası” Hakkındaki Görüşleriyle İlgili Bir Tarama Çalışması, IV. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2000.
134. Yontar-Toğrol, A. ve Aktürk-Muğaloğlu, E., İlköğretim Öğrencilerinin Bilim İnsanına Yönelik İmajları İle Fen Derslerine Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkiler, IV. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2000.
135. Zimmerman, M.H., Perspectives on the Interpersonal Relationships of Learners in College Learning Communities. Seattle: Seattle University Press, 1991.

8. EKLER

Ek 1. Bilimin Doğasıyla İlgili Etkinlikler

Etkinliklerin Tanıtılması

Bu materyalde, bilimin doğasının unsurlarının ilköğretim öğrencilerine öğretilmesi amacıyla hazırlanan toplam 12 etkinlik vardır. Bu etkinliklerde özellikle, bilimin doğasının kesin olmayan, deneysel, bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark ve hayâlciliğe ve yaratıcılığa dayalı unsurları kapsamlı olarak incelenmiştir. Bilimin doğasının öğretimiyle ilgili olarak doğrudan-yansıtıcı (explicit-reflectice approach) yaklaşımının kullanılması teşvik edilmiştir. Etkinliklerin her birinin nasıl ve ne kadar bir sürede uygulanacağı açık olarak belirtilmiştir. Bu etkinliklerin tamamı için ihtiyaç duyulan süre, her biri 40 dakika süren ve toplam 20 ders saatidir. Bu etkinlikler, her ne kadar ilköğretim 7. sınıf öğrencileri için hazırlanmış olsa bile, bazı küçük değişikliklerle daha alt veya üst seviyelerdeki öğrenciler için de başarılı bir şekilde kullanılabilir. Bu etkinliklerin hazırlanması esnasında iki temel kaynak kullanılmıştır (ENSI, 1999; Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bunların ikincisi olan kaynaktan etkinliklerle ilgili resimler, araştırmacılarından izin alındıktan sonra hiç değiştirilmeden kullanılmıştır.

Bu materyal, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine, fen eğitimi reform dokümanlarında belirtilen bilimin doğasının dört temel unsuru hakkında bilimsel olarak kabul edilen kavramlar kazandırmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda materyaldeki etkinliklerin her biri, ilköğretim 5–8 sınıf seviyelerindeki öğrencilerin bilim ve bilimsel bilginin doğasıyla ilgili öğrenmesi beklenen ve NSES dokümanında açıklanan dört temel unsurun öğretilmesine odaklanmıştır (AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996). Bu materyalde, bilimin doğasının öğretimi için; tarihsel, dolaylı ve doğrudan öğretim yaklaşımına oranla daha etkili olduğu kabul edilen “doğrudan ve yansıtıcı yaklaşım” tercih edilmiştir.

Etkinliklerin her biri, öğrencilerin bilimin doğasının dört temel özelliğini açık bir şekilde ortaya koyacak ve sınıfta sunulan fikirlerin aktif bir şekilde açıklanmasını ve tartışılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Etkinliklerin bazılarında kullanılan öğretim senaryoları (örneğin ikinci etkinlikteki kuş senaryosu) ve resimler (örneğin, ikinci etkinlikteki kuş izleri ve üçüncü etkinlikteki insan karikatürü ve genç-yaşlı bayan karikatürü) literatürden alınmıştır (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bununla birlikte, konu alanının ve bilimsel süreç becerilerinin tartışılmasında yansıtıcı bir bilimin doğası unsuru kullanılır. Her bir etkinlikten sonra, bilimin doğasının bazı unsurlarına özellikle dikkat çekilir ve yapılan etkinlik ile bu unsurlar arasındaki ilişkiler üzerinde öğrencilerin yansıtma yapmaları ve tartışmaları için kendilerine rehberlik edilir.

Bu materyal içindeki etkinliklerde, bilimin ve bilimsel bilginin dört temel unsuru incelenmiştir;

- a) Bilimsel bilginin deneysel olması
- b) Bilimsel bilginin kesin olmaması

(Ek 1'in devamı)

- c) Bir çıkarım ve gözlem arasında fark olması
- d) Bilimsel bilginin insan yaratıcılığının ve hayâl gücünün bir ürünü olması

Etkinliklerin her birinin başında kısa bir bilgi verildikten sonra, etkinlikte incelenen bilimin doğası kavramları, etkinliğin hedefleri, kullanılacak materyaller ve işleniş süreci açık bir şekilde belirtilmiştir.

Etkinlik 1. Küplerin İncelenmesi

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, öğrencilerin bilimsel bir araştırma sürecinde takip edilen temel işlemleri tecrübe etmeleri ve bilimin doğası hakkındaki temel unsurlarla ilgili kavramları incelemeleri hedeflenir. Bununla birlikte etkinlik, öğrencileri araştırmaya dayalı yöneme karşı alıştırmak için tasarlandığından, kendinden sonra uygulanacak etkinlikler için bir hazırlık etkinliği özelliğine sahiptir. Bunun yanında etkinlik bütün öğrencilerin, araştırma ve bilimin doğası hakkındaki anlamalarının gelişmesi için önemli bir fırsat sağlar:

Etkinliğin ilk saatinde öğretmen, sınıfa “bilimle ilgilenen bir kişi işini nasıl yapar?” ve “Bir çalışmanın bilimsel olmasından ne anlıyorsunuz?” sorularını sorarak, öğrencilerin bilimsel araştırma süreci ve bilimin doğası ile ilgili düşünerek sahip oldukları fikirleri sınıfla paylaşımlarını ister. Bundan sonra, öğretmen, öğrencilerin karşılaştıkları bir olayla ilgili sorular sormalarını teşvik etmek için, kenarlarında sayılar bulunan küpleri, altlarında aynı sayılar olacak şekilde öğrencilerin masalarının ortasına bırakarak, küple ilgili sorular üretmelerini söyler. Bu soruların her birini dikkatlice dinledikten ve bazılarını tahtaya yazdıktan sonra, daha genel bir soru olan; “Küpün tabanında hangi sayı vardır?” sorusuna odaklanmaları sağlanır. Etkinliğin devamında, grup çalışması yapmak için dört kişilik kare şeklindeki masaların etrafında oturan öğrencilerin her biri, bulundukları yerden küple ilgili gözlem yaparak sorunun cevabını bulmak için yoğun bir çaba harcar. Bu etkinlikte öğrencilerin araştırılan sorudan hareketle gözlem yapmaları, kolektif çalışma yaparak gözlemlerden elde ettikleri verileri birleştirmeleri ve tartışmaları, en sonunda da küpün tabanındaki sayı hakkında ortak bir karara varmaları ve bunu, delillerle savunmaları teşvik edilir. Tartışmalardan sonra küpler, tabanlarındaki sayılar öğrencilere açıkça gösterilmeden masalardan toplanarak, bu etkinlikle “bilimin kesin olmayan doğası” arasında bağlantı kurmaları istenir.

İkinci saatte yapılan ikinci küp etkinliği için; birinciyle benzer şekilde, öğrencilerin gruplarındaki arkadaşlarıyla çalışarak birinci küple karşılaştırıldığında biraz daha karışık olan ikinci küpün kenarlarındaki isim ve sayılar arasındaki ilişkileri keşfetmeleri ve küpün tabanındaki isim ve sayılar hakkında deliller ileri sürerek açıklamalarda bulunmaları teşvik edilir. Bu etkinlikte incelenen soru birinci küple benzer şekilde “Küpün tabanında ne vardır?” sorusudur. İkinci küp etkinliği uygulanırken, her bir çalışma grubu, araştırma süreçlerini kendilerine verilen çalışma kâğıtlarına kaydederek araştırma süreci tamamlandığında grup sözcüleri vardıkları sonucu detaylı olarak sınıfa sunar. Bu etkinlikte de küplerin tabanı öğrencilere açıkça gösterilmeden masalardan toplanır ve uzaklaştırılır.

Etkinliğin üçüncü saatinde, öğrencilerin, değerlendirme amacıyla kullanılacak ve birbirleriyle değiştirebilecekleri birer küp tasarımları istenir. Kırk dakikalık dersin ilk yarısında, grupların tasarladıkları küpleri diğer gruplarla değiştirerek, yine aynı soru

bağlamında “küpün tabanında ne vardır?” incelemeleri ve kendilerine verilen çalışma kâğıtlarını doldurmaları istenir. Bu çalışma kâğıtları öğrencilerin bilimi ve bilimsel çalışmayı anlamalarının bir aracı olarak kullanılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilimde, farklı soruların cevabı araştırılırken değişik nitelikteki bilimsel araştırmalara ihtiyaç olduğunu kavrama.
- Bir kişinin sahip olduğu bilimsel bilgi ve anlamaların, yapacağı bilimsel araştırmalarda rol oynadığını fark etme.
- Teknolojinin veri toplamak için kullanılmasının, bulunan sonuçların doğruluğunu arttırdığının ve bilim insanlarının araştırma sonuçlarını analiz etmelerine fırsat verdiğini kavrama.
- Bilimsel açıklamaların; verileri, mantıklı tartışmaları ve bilimsel modelleri kullandığının farkına varma.
- Bilimin; deneyleri, mantıklı tartışmaları ve kuşkuculuğu kullanarak, kendini diğer araştırma alanlarından ve bilgi parçalarından ayırdığını kavrama.
- Bilim insanlarının, doğal dünyayla ilgili mümkün olan en iyi açıklamaları yapmak için çaba harcadıklarını kavrama.

Süre: 40 x 4 = 160 dakika

Materyaller:

1. Her öğrenci grubu için etkinliğin sonunda verilen (Ek Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3) küplerle ilgili modeller öğretmen tarafından kartondan hazırlanır.
2. 4 küçük ataç veya cımbız.
3. 4 küçük cep aynası.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Bilimle ilgilenen bir kişi işini nasıl yapmaktadır? ve Bilimsel bir araştırma ne demektir? sorularıyla derse başlanır.	Bu yolla öğrencilerin bilimsel araştırma süreci ve bilimin doğasıyla ilgili düşünmeye başlamaları ve ayrıca konuya yoğunlaşmaları sağlanır. Bu ilk aşama, sınıftaki öğrencilerin bilimle ilgili düşüncelerinin değerlendirilebilmesi için iyi bir fırsattır. Her bir öğrencinin düşüncesini serbestçe açıklayabilmesi için teşvik edici bir tutum izlenir ve yapılan açıklamalara değer verildiğini ima eden dönütler verilir. Doğru veya yanlış şeklindeki kesin ifadelerden kaçınılır ve öğrencilerden gelen önemli fikirler tahtaya yazılır.
Öğrencilerin 3–4 kişilik çalışma grupları oluşturmaları sağlanır. Etkinlik için dersten önce hazırlanan küpler [tabanları kartona yapıştırılmış ve tabanlarında aynı sayı olacak şekilde] öğrencilerin çalışma masalarının ortasına bırakılır [öğrencilerin bunlara dokunmamaları, sağa ve sola döndürmemeleri, kaldırmamaları, içini açmamaları ve ayrıca oturdukları yerden kalkmamaları konusunda uyarıda bulunulur].	3–4 kişilik çalışma grupları oluşturulurken, tüm öğrencilerin numaraları küçük kâğıtlara yazılarak bir torbaya doldurulur. Küçük bir çekiliş yapılarak öğrencilerin kendi gruplarını belirlemeleri sağlanabilir. Mevcut uygulamada; çalışma gruplarının oluşturulması esnasında ders öğretmeninin dönütleri kullanılarak fen başarıları yönünden birbirine yakın olan öğrencilerin aynı gruplarda çalışması sağlanmıştır. Bunun amacı, bir grup çalışmasında grup üyelerinden daha çok bilgisi olduğuna inanılan birkaç öğrencinin aktif çaba harcaması, fakat diğerlerinin oldukça pasif kalmasının önüne geçebilmektir.
“Küple ilgili olarak karşınızda oturan arkadaşınıza sorabileceğiniz birkaç soru düşünün ve bunları bir kâğıda yazın” şeklinde bir açıklama yapılır. Birkaç dakika bekledikten sonra, öğrencilere, kâğıtlarına yazdıkları soruları sınıfla paylaşmaları için söz hakkı verilir.	
Bu sorular tahtaya yazıldıktan sonra, gruplar; “küpün tabanındaki sayı kaçtır?” sorusunun cevabını araştırmaya teşvik edilir. Fakat gruplara; “küpün tabanındaki sayı kaçtır?” sorusuna bir açıklama yaparak cevap vermeleri ve açıklamalarının ise “delillere”	Burada delil; grubun, küpün görünen yüzeyleriyle ilgili yaptığı gözlemleri temsil etmektedir. 3–5 dakika süre verilerek, gruplardaki öğrencilerin küpleri detaylı bir şekilde incelemeleri ve “küpün tabanındaki sayı kaçtır?” sorusuna cevap bulmaları için

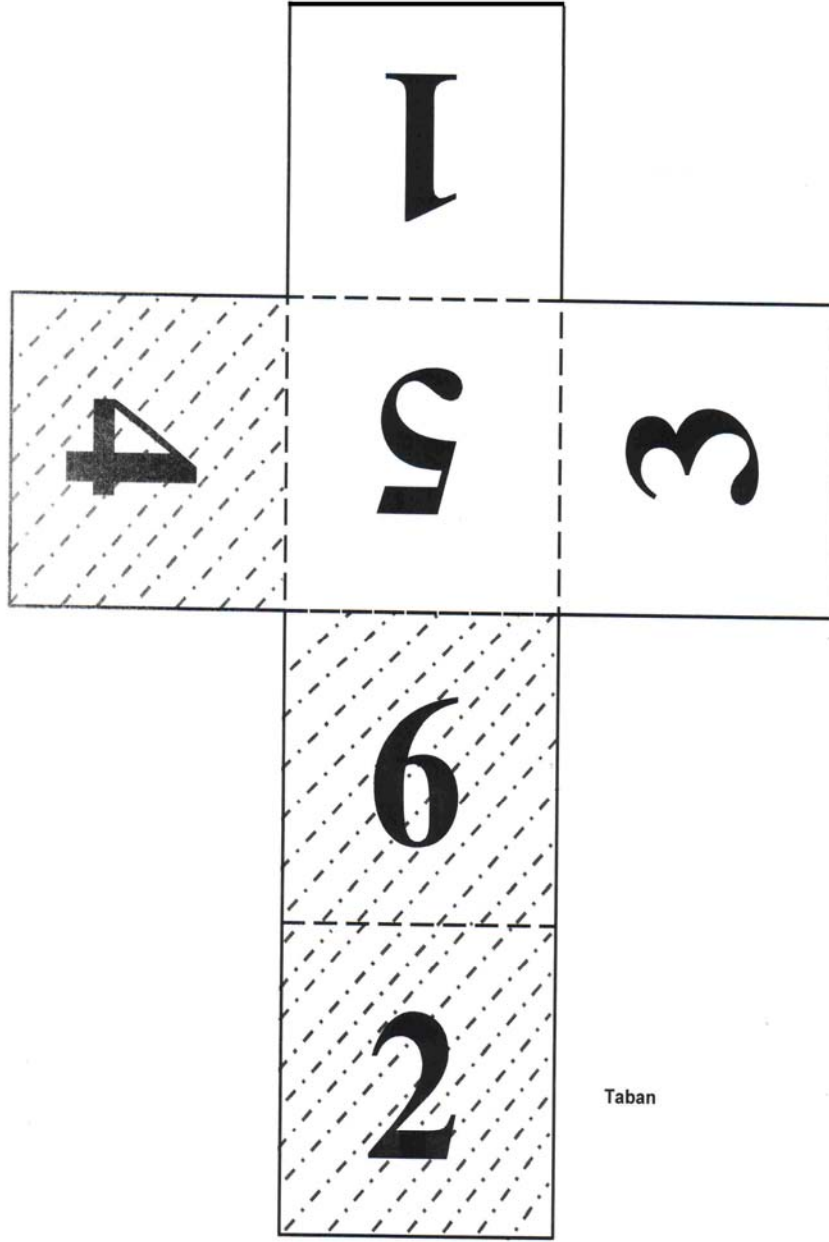
(Ek 1'in devamı)

dayalı olduğu hakkında hem öğretmeni hem de sınıftaki diğer öğrencileri ikna etmeleri gerektiği hatırlatılır.	beklenir.
“Küpün tabanındaki sayı kaçtır?” sorusuna bir cevap bulmaları için, yaptıkları gözlemleri (veri) kullanmaları söylenir. Birkaç dakika daha beklenir. Tüm gruplar bir karara vardıldıktan sonra, her gruptan bir kişinin (sözcü), hemfikir oldukları kararı sınıfla paylaşmasına izin verilir.	Bu noktada öğrenci grupları şu şekilde bir açıklama yapabilmelidir - “Tabanında 2 olduğu sonucuna ulaştık” - ve bu sonuç için bir takım gerekçeler sunabilmelidir. Örneğin, vardıkları noktayı, küpün görünen yüzleriyle ilgili (1,3,4,5 ve 6) yaptıkları gözlemlere dayandırmalıdır. “Bu sıraya göre 2 ortada yoktur ve dolayısıyla 2'nin tabanda olduğu sonucuna ulaştık” gibi.
Her bir grubun, küpün tabanındaki sayının kaç olduğuyla ilgili ortak fikri alındıktan sonra, sınıfa şu sorular sorulur: “grubunuzun tüm elemanlarına değil de, sadece bir kişiye oturduğu yerden küpü inceleme fırsatı verilmiş olsaydı, tabandaki sayıyla ilgili yaptığı tahmin ne derece doğru olabilirdi?” ve “Küpün tabanındaki sayının kaç olduğu hakkında birden çok kişinin inceleme yapmasının ulaştığınız sonuca bir etkisi oldu mu?”	Bu sorularla, öğrencilerin yaptıkları açıklamaları, “bir olayla ilgili çok sayıda gözlem yapılmasının ve gözlem verilerinin birleştirilmesinin daha güçlü bir açıklama – sonuç- ortaya koyduğu” fikrini geliştirmek için kullanılır. Örneğin, sıraya göre 2 ortada yoktur (yani 1, 2, 3, 4, 5, 6) ve karşılıklı yüzlerdeki sayıların toplamı 7'dir (yani, 1—6; 3—4; 2—5), 5 üstte olduğuna göre, 5 + 2 = 7 ve dolayısıyla tabandaki sayı 2'dir gibi.
Bu etkinlik sonunda, küplerin altları öğrencilere gösterilmeden masalardan toplanır ve şu soru sorulur: “küpün altındaki sayının kaç olduğunu kesin olarak bilmeniz mümkün mü?” .	Bu soru hakkında öğrencilerin cevaplarına değer verilerek; “Bilim insanlarının, bilimsel bir sorunun cevabını tam anlamıyla bilme şansına sahip olmadıklarından dolayı, yaptıkları açıklamaların da tam doğru olmadığı” açıklanır. Buna, “yıldızların gerçek yaşları”, “tarih öncesi dönemdeki canlıların yok olmasının nedenleri” ve “atomun içi” örnek olarak verilebilir.
İkinci aşamaya başlarken, öğrencilere “birinci küp etkinliğinde yaptığınız çalışmaların bilimle ilişkisi nedir?” ve “bu etkinlik bilimsel bir araştırmayı nasıl temsil etmektedir?” soruları sorulur. Öğrencilerin birinci küp etkinliğiyle ilgili yaşadıkları deneyimler ve geliştirilmesi hedeflenen düşünceler arasında ilişki kurabilmeleri için bir tartışma başlatılır.	Bu tartışmalar, öğrencilerin aşağıdaki düşüncelere ulaşabilmeleri için yönetilir. 1. Bilim, bir olay hakkında sorulan sorularla başlamaktadır. [küpün tabanında hangi sayının olduğuyla ilgili sorunun sorulması ve araştırmanın başlaması] 2. Bilim, sorulan sorularla ilgili açıklamalar bulmak için gözlemleri

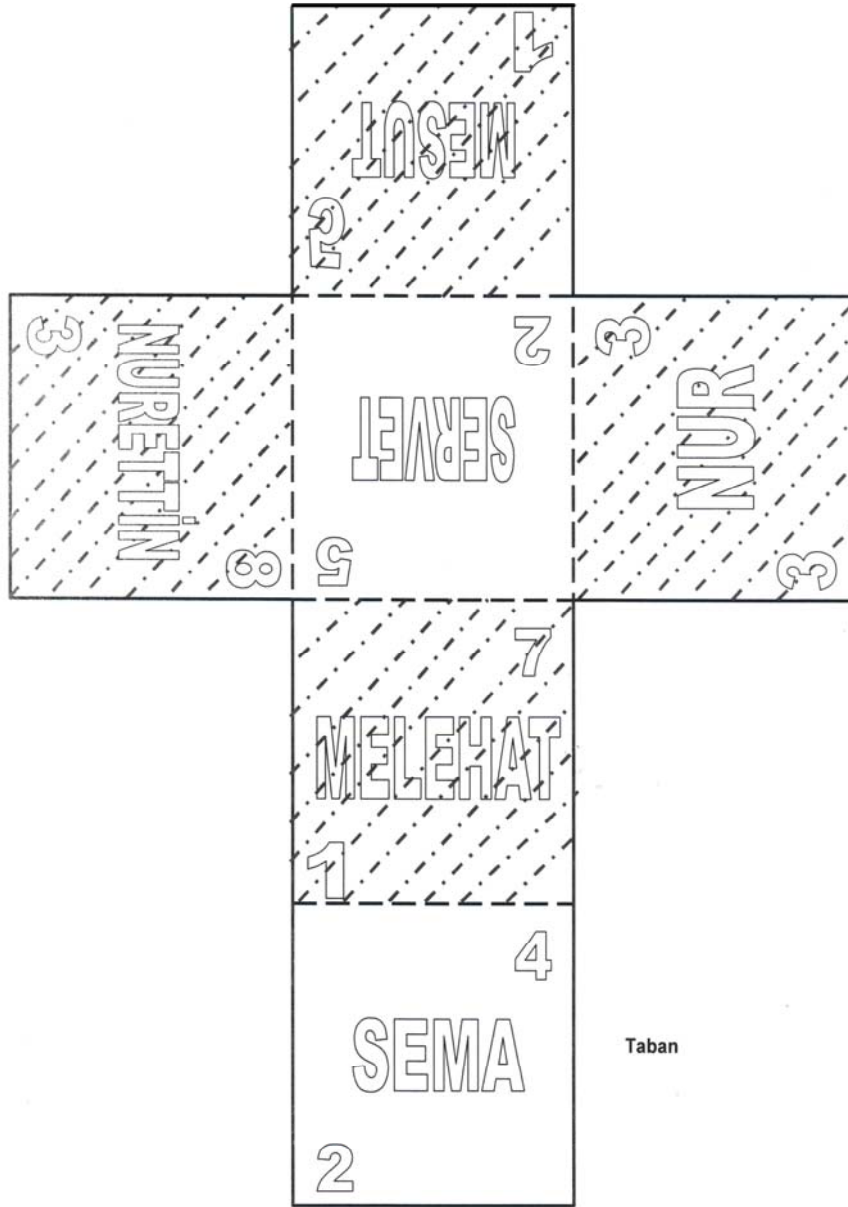
	kullanır. [küpün tanındaki sayının bulunması için grup elemanlarının farklı konumlardan gözlem yapmaları] 3. İleri sürülen açıklamayı destekleyen ne kadar çok gözlem yapılırsa, açıklama o derece kuvvetli olur. [küpün tanındaki sayının bulunması için grup elemanlarının farklı konumlardan yaptıkları gözlemleri birleştirmeleri] 4. Bilim insanları yaptıkları açıklamaları başkalarıyla paylaşırlar. [küpün tabanıyla ilgili grupların vardığı kararların diğer gruplarla paylaşılması] 5. Bilim insanları kendi açıklamalarını savunurlar ve başkaları tarafından ileri sürülen açıklamaları kritik ederler. [küpün tabanındaki sayıyla ilgili grupların farklı açıklamalarda bulunması]
İkinci küp etkinliğinin amacı; birinci etkinlikte tanıtılan kavramları daha fazla genişletmek ve bilimsel araştırmada bir kişinin “tahmin etme yeteneği” ile “deney ve teknolojinin” rolünü incelemektir. İncelenen problem ilk küple aynıdır: “Küpün tabanında ne vardır?”	
Bir önceki küp etkinliğindeki gruplarla birlikte çalışarak, oturdukları yerden gözlem yapmaları ve küpün tabanında ne olduğunu bulmaları konusunda öğrencilere talimat verilir. Bu noktada, grupların her birine etkinlik sonunda verilen “etkinlik rapor kâğıdı” verilir ve ikinci küple ilgili incelemelerini tartışarak kayıt etmeleri sağlanır. 3–4 dakika süre verilir ve ihtiyaç olması durumunda öğrencilerin yaptıkları	Küpü incelemeleri için gruplara birkaç dakika ilave süre verildiğinde, öğrencilerden birçoğu “bayan olan altı isim – Selin, Semra, Selda, Selma, Sevinç vs. - küpün tabanında olmalıdır, fakat ismi tam olarak belirlemek için elde veri yoktur” şeklinde bir karara varabilir.

gözlemleri tanımlamalarına ve düzenlemelerine yardım edilir. “Küpün kenarlarındaki sayıların acaba isimlerle bir ilişkisi var mıdır?” şeklinde bir soru sorulur.	
Bu noktada, öğrencilere, küpün tabanındaki isimle ilgili farklı fikirleri-hipotezleri aldıkları açıkça vurgulanır ve şu sorular (Ek 1’in devamı) isimle ilgili olarak ııerı surdugunuz nııotezin gerçekten “doğru” olup olmadığına nasıl karar verirsiniz?” veya “bunun için ne yapabilirsiniz?” .	Bu sorularla ilgili öğrencilerin verdiği cevaplardan - “deney yaparız” – hareketle, öğrencilere, “bilim insanların da tahmin yapmak ve tahminlerinin doğruluğunu test etmek için deneyler tasarlamak amacıyla veriler arasındaki bir takım ilişkileri kullandıkları” şeklinde bir açıklama yapılır. “Bu süreç-deney- incelenen sorularla ilgili yeni bir takım veriler de üretir mi?” şeklinde ilave bir soru sorulur ve tartışılır.
“Küpün tabanında hangi bayan isminin olduğunu bulabilmeleri için nasıl bir deney yapabilecekleri” öğrencilere sorulur.	Bu noktada öğrenciler, küpün tabanının sağ üst veya sol alt köşesindeki sayıyı görebilmek için bir deney yapmak isteyebilirler. Öğrencilere; tabanın sağ üst köşesindeki sayıyı tahmin etmeleri için küple ilgili yaptıkları gözlemleri (veri) kullanmaları söylenir. Bunu takiben, gruptaki öğrencilerden, tabanın hangi köşesini ve neden kontrol etmek istediklerine karar vermeleri istenir [Öğrenciler hangi köşeyi kontrol edeceklerine karar vermekte zorluk çekebilir. Bununla meşgul olmalarına ve hata yapmalarına izin verilir —bu bilimin bir parçasıdır!].
Gruplar bir köşe üzerinde hemfikir olduklarını söyledikten sonra, her bir gruptan bir öğrencinin küçük bir alet, örneğin ataç, cımbız veya bir ayna bulması istenir. Bu öğrencinin elindeki aracı kullanarak ilgili köşeyi bir cm den daha az kaldırmasına ve köşenin altına bakmak için bir ayna kullanmasına izin verilir.	Bu durum ile “bilimsel bir araştırmada teknolojinin kullanılması” arasındaki ilişkiden bahsedilir. Grupların her biri “deneyle” topladıkları veriyi açıklamalıdır. Öğrencilere; [en işe yarayan veriyi ortaya koyabilen köşeyi tespit etmemiş olsalar bile], “küple ilgili gözlemlerini ve bilgilerini genişletmek için teknolojiyi kullandıkları” açıklanır.

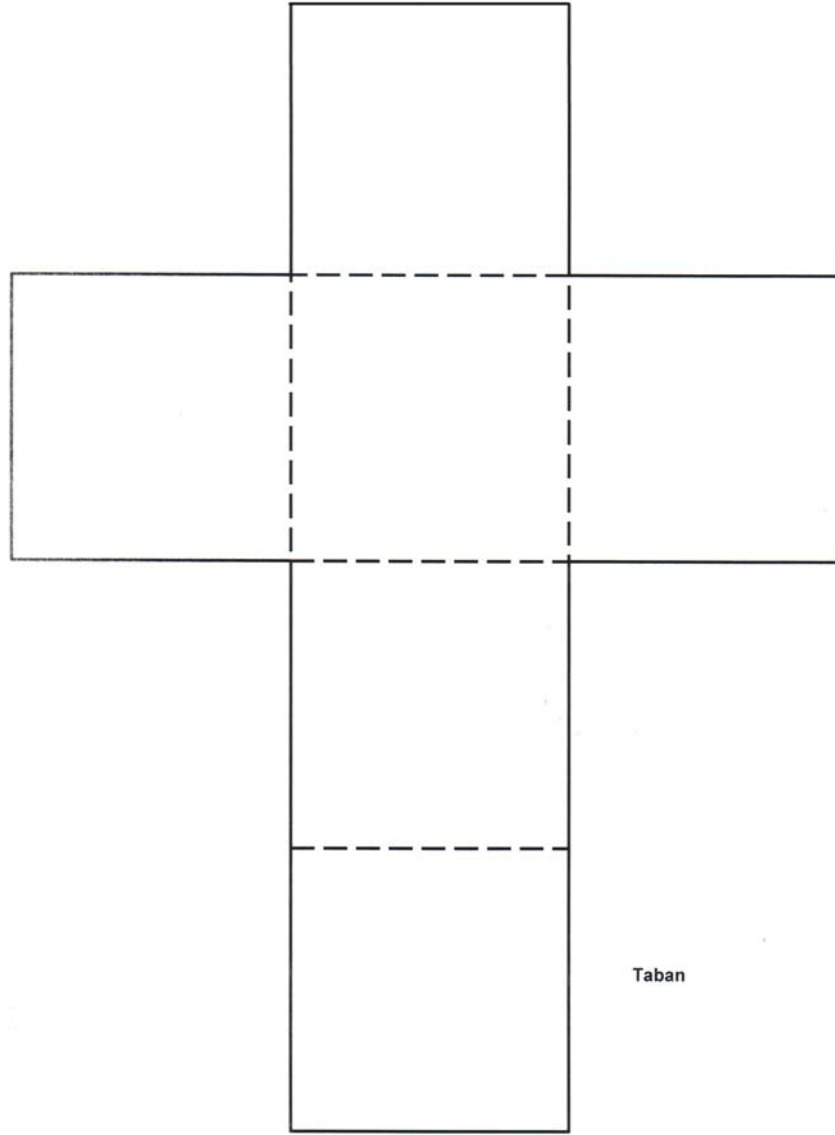
Eğer gruplardan birer öğrenci, en işe yarayan deneyle sağ üst köşeyi gözlerse; tabanda 4 olduğunu keşfeder	Bu gözlem, grupların ileri sürdükleri hipotezlerini doğrulayacak veya çürütecektir. Seda veya Sema tabandaki olası iki isimdir. Öğrenciler; “tabandaki ismin ne olduğu” sorusuyla ilgili yeni fikirler ileri sürerler ve bunu açıklamak için başka bir deney tasarlarlar. Küpün altı gösterilmeden masalardan toplanır. Bütün grupların, incelemeleri hakkındaki raporlarını ders zili çalınca kadar tamamlayıp teslim etmeleri istenir.
Bu aşamada uygulanacak son küp etkinliği değerlendirme içindir. Bu kısımda değerlendirilecek iki bölüm vardır: İlki, 3–4 kişilik öğrenci grupları diğer gruplarda kullanılacak bir değerlendirme alıştırması olarak bir küp yapmalıdır. Her bir gruba, bir sonraki ders için ve sınıftaki diğer gruplarca incelenmek üzere birer küp hazırlaması söylenir.	Bir sonraki üçüncü derste, grupları hazırladıkları küpleri istenilen bir grupla değiştirmeleri sağlanır [Küpler hazırlanmamışsa dersin ilk 20 dakikası bu iş için kullanılabilir. Mevcut uygulamada ilgili küplerin boş taslakları öğrencilere verilmiş ve dersin ilk 20 dakikasında bunları hazırlamaları istenmiştir]. Bütün öğrenci grupları aynı soruyu açıklamaya çalışacaktır: “Küpün tabanında ne vardır?”. Bundan önceki etkinliklerde izlenen kuralların aynıları izlenmelidir — örneğin, küp havaya kaldırılmamalıdır, ...vs. Öğrenci gruplarına, kendi arkadaşları tarafından geliştirilen küplerle ilgili yazılı bir rapor hazırlattırılır ve raporların sözlü sunumlarını yaptırdıktan sonra teslim etmeleri sağlanır.



Ek Şekil 1.1. Birinci küp modeli



Ek Şekil 1.2. İkinci küp modeli



Ek Şekil 1.3. Üçüncü küp modeli

Ek. Etkinlik Rapor Kâğıdı

Takımın İsmi:

Takım Elemanlarının İsimleri:

[1]..... [3].....

[2]..... [4].....

1- Başlık [Bu etkinlik için bir isim bulunuz]

.....

.....

.....

.....

2- İncelenen Soru [Bu etkinlik boyunca cevabını aradığınız temel soruyu yazınız]

.....

.....

.....

.....

3- Gözlem—Veri [Bu etkinlik boyunca hangi gözlemleri yaptığınızı yazınız]

.

.....

.....

.....

.....

4- Deneyler—Yeni Veri [Bu etkinlik boyunca hangi deneyleri ve niçin yaptığınızı yazınız]

.....

.....

5- Açıklamalar Ve Destekleyici Veriler [Bu etkinlik boyunca yaptığınız açıklamaları ve bu açıklamaları yapmak için dikkate aldığınız verileri yazınız]

.....

.....

6- Küpün Tabanıyla İlgili Bir Model [İncelediğiniz küpün tabanında ne olduğunu şekil üzerinde çizerek gösteriniz]

- 7- İleri Sürülen İlave Deneyler [Küpün tabanında ne olduğunu bulabilmeniz için daha başka hangi deneyleri yapmanız gerektiğini yazınız]

.....

.....

.....

.....

Etkinlik 2. Hileli İzler!

Kısa Bilgi: Bu etkinlik öğrencilerin bilimsel bir araştırmada gözlem ve çıkarım arasındaki farkı ve bilimin kesin olmayan doğasını kavramasını amaçlar. Etkinliğin ilk kısmında, öğrencilere “bir konu hakkında sahip olunan farklı fikirlerin hepsinin doğru cevabı temsil etmeyeceği” mesajı verilir. Etkinlikte, projektör yardımıyla ekrana değişik resimler (Ek Şekil 2.1., 2.2. ve 2.3) yansıtılır ve her bir durumda ne olmuş olabileceği, öğrencilere sorularak bunları açıklamaları istenir. Yaptıkları açıklamaları önce çalışma kâğıtlarına yazmaları ve sonra sınıfla paylaşmaları teşvik edilir. Bu resimlerle ilgili öğrencilerin ortaya attığı senaryolar üzerinde odaklanılarak, gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavramaları sağlanır. Yine, aynı veriyle – resim - ilgili olarak farklı çıkarımlarda bulunulmasının mantıklı olduğu fakat yine de yapılan bu çıkarımların veriyi tam olarak açıklamasının mümkün olamayacağı üzerinde durulmuştur. Bu etkinliğin sonunda, aynı verilere dayalı olarak aynı soru hakkında eşit derecede birçok destekli çıkarımın yapılabileceği belirtilir. Bilimle ilgilenen kişilerin, doğal olaylar hakkında sorulan sorulara cevap bulmaya çalışırken benzer çıkarımlarda bulundukları ifade edilir. Bilim insanlarının sordukları sorularla ilgili cevaplarının ellerindeki verilerle tutarlı olmasına rağmen, tek bir cevabın o veriyi yalnız başına açıklayamadığı hususu tartışılır. Etkinlik boyunca bilimin doğasıyla ilgili kavramlar hakkında açıklama yapılırken, öğrencilerin etkinlikle ilgili deneyimlerine atıfta bulunularak, bilim insanlarının da aslında gerçekte ne olduğuyla ilgili cevapları kolayca bulmalarının mümkün olmadığı tartışılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası
- Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark

Etkinliğin Hedefleri

- Bir çıkarım ile gözlem arasındaki farkı anlama.
- Aynı delillere (gözlemler veya veri) dayalı olarak aynı soruyla ilgili çok sayıda cevabın aynı ölçüde geçerli olacağının farkına varma
- Birçok kişi tarafından yapılan gözlemin, sonucun doğruluğunu daha fazla arttırabileceğinin farkına varma

- Kişisel ve kültürel deneyimler ile önyargıların, bir kişinin gözlemlerle ilgili çıkarımlarını nasıl etkilediğinin farkına varma
- Bir kişinin geçmiş deneyimlerinin, yaptığı gözlemleri yorumlamasını etkilediğinin ve bu durumun, kendisini bilimsel olmayan sonuçlara götürebildiğinin farkına varma.

Süre: 40 x 2 = 80 dakika

Materyaller: Ekte verilen Ek Şekil 2.1., 2.2 ve 2.3

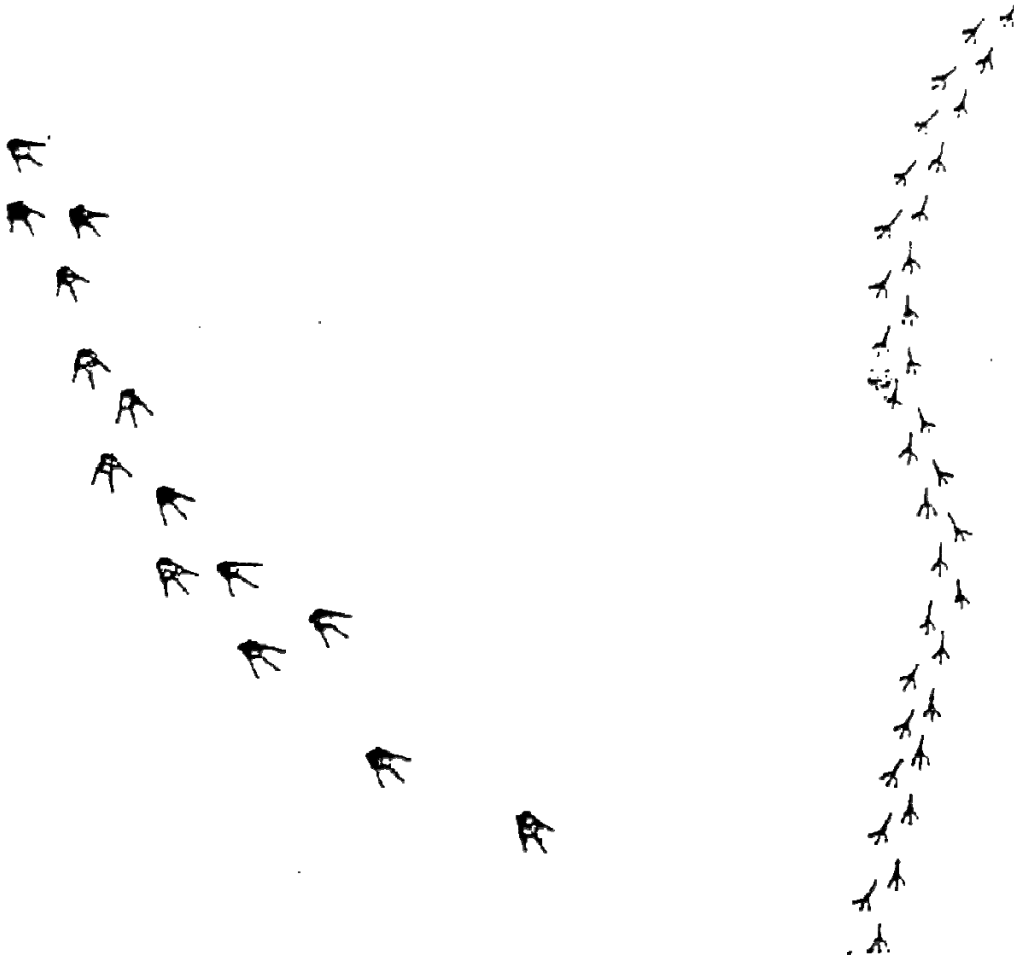
Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Projektör kullanılarak Ek Şekil 2.3 ekrana yansıtılır. Her bir öğrenciye, ekrandaki resimde ne olmuş olabileceğiyle ilgili düşüncesini, verilen kâğıtlara yazması için 2–3 dakika süre verilir. Bu süre sonunda rast gele seçilen bazı öğrencilerin yazdıklarını sınıfla paylaşmasına izin verilir.	Bu yazılı kayıt, öğrencilerin kendi açıklamalarından tatmin olmamalarına neden olacak ve sunulan fikirlere katılmalarını kolaylaştıracaktır. En sık dile getirilen hikâye şu şekilde olabilir: “iki kuş kar üzerinde birbirlerine yaklaşıyorlar, kavga ediyorlar ve büyük kuş küçüğünü yiyor ve yoluna devam ediyor”.
Projektör kullanılarak Ek Şekil 2.1 ekrana yansıtılır. “Ne gözledikleri” öğrencilere sorulur.	Bu noktada öğrenciler şu şekilde cevap verebilir: “kuş (veya başka bir hayvan) izleri” veya “aynı yöne doğru yürüyen kuşlar (veya başka bir hayvan) tarafından bırakılan izler” vs. Bu aşamada öğrencilerden gelen tüm cevaplar alınır ve öğretmen herhangi bir fikri onaylamaktan kaçınır. Öğrencilerin verdiği cevaplardan bazıları tahtaya yazılır.
Kuş senaryosu üzerinde devam edilerek, öğrencilere şu soru sorulur: “kuşları görebiliyor musunuz? veya “bu izlerin kuşlar tarafından bırakıldığını nasıl ileri sürüyorsunuz?”.	Verilen tüm cevaplar alınarak, “kuşların görülememesinin gözlem değil bir çıkarım olan “kuş izleri“ açıklamasını doğurduğu” tartışılır.
Bu kullanılarak öğrencilere “peki o zaman ekranda gördüğünüz gerçek şey nedir?” şeklinde bir soru sorulur. Resmi dikkatli bir şekilde incelemeleri için birkaç dakika süre verilir.	Öğrencilerin ifade edebileceği bir gözlem şöyle olabilir: “ekranda farklı şekillerde ve büyüklüklerde iki sıra siyah işaret vardır!”. Hemen sonra şu soru sorulur: “o zaman bir süre önce bahsettiğiniz kuşları nereden çıkardınız?” Birkaç dakika sonra öğrenciler

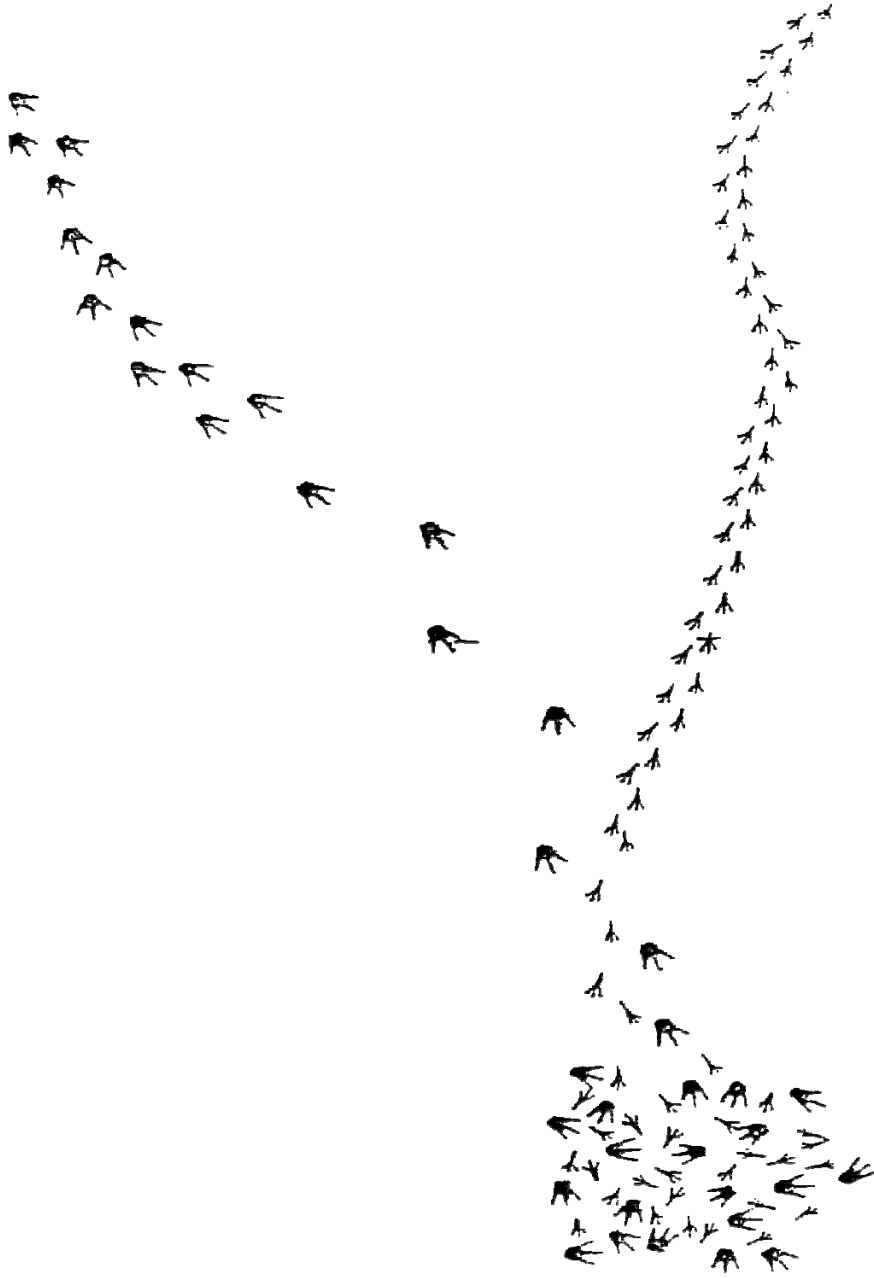
	şöyle bir açıklama yapabilir: “Bunları kuş izleri olarak gözlememizin nedeni, bazı hayvanların hareket ederken arkada bıraktıkları izleri bildiğimiz içindir, hâlbuki kuşların bu izleri yaptığı, bir gözlem değil, bir çıkarımdır”.
“İşaretlerin veya izlerin bilinmeyen bir hayvana, iki farklı kuş türüne veya aynı türe ait biri büyük diğeri küçük olan kuşlara da ait olabileceğini” açıkça tartışmaları sağlanır.	
“Büyük izlerin büyük hayvanlar tarafından bırakıldığı iddiasının bir gözlem mi yoksa bir çıkarım mı olduğu” sorulur ve tartışılır.	
“Neden iki hayvan aynı nokta boyunca ilerlemektedir?” sorusu sorulur. Öğrencilerden gelebilecek olası açıklamalar şunlar olabilir: “ortak bir ava veya bir su kaynağına yöneliyorlar”. “Bir hayvan diğerine saldırmış olabilir veya ikisi de arazinin yapısı açısından aynı nokta boyunca hareket etmek zorundadır, vs”.	Bütün bu açıklamaların çıkarım olduğu ve bu çıkarımların tümünün eşit ölçüde mantıklı olduğu belirtilir. Aynı gözlem veya verilere dayanarak, aynı soruyla ilgili - “Burada ne olmuştur?” – olarak öğretmenin ve öğrencilerin mantıklı olan birçok cevaba (çıkarımlara) ulaşabilecekleri vurgulanır. “Neden iki hayvan aynı nokta boyunca ilerlemektedir?” sorusuyla ilgili olarak sınıftaki öğrencilerden bazıları gözlemlerle tutarlı olmayan çıkarımlar ileri sürebilir: “bu izlere bir araba neden olmuş olabilir! Veya bir balık!” . Bu açıklamaları, “çıkarımların verilerle tutarlı olması gerektiği” açıkça belirtmek için kullanılır.
“Bazı verilerden eşit ölçüde geçerli birçok çıkarımın yapılabileceği fakat bütün çıkarımların veriye dayanmayabileceği” söylenir. Bu etkinliklerin en sonunda “bilimsel bilgi deneysel verilerle tutarlı olmalı ve onlara dayanmalıdır” şeklinde bir açıklama yapılır.	
Projektör kullanılarak Ek Şekil 2.2. ekrana yansıtılır. “Ne gözlüyorsunuz?” şeklinde bir soru sorulur.	Bazı öğrenciler şu şekilde cevap verebilir: “şimdi iki sıra işaret yakınlaşıyor ve rast gele birbirine karışıyor”. Bunun olası bir gözlem olduğu belirtilir. Bazı öğrencilerin ise şu şekilde cevaplaması mümkündür: “iki kuş kavga ediyor” bunun bir çıkarım olduğu

	belirtilir. Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark öğrencilere açık bir şekilde belirtilir. Başka çıkarımlar yapmaları teşvik edilir: “iki hayvan kavga ediyor veya çiftleşme dönemindeler veya birinin kaptığı bir av için mücadele ediyorlar, vs”.
Projektörü kullanarak Ek Şekil 2.3. ekrana yeniden yansıtılır ve öğrencilere ne gözledikleri sorulur.	Bu an itibariyle cevaplar şu şekilde değişebilir: “ekranda geniş işaretler kalmıştır ve küçük işaretler daha fazla görünmez”.
Şimdi onlara şu soru sorulur: “Bunu nasıl yorumlarsınız?”.	Bununla ilgili olası açıklamalar şöyle olabilir: “hayvanlardan biri diğerini yemiş olabilir, biri zorla diğerinin avını kapmış ve uzaklaşmış olabilir, biri yürümeye devam ederken diğeri uçmuş olabilir, vs”. Bir kez daha, “bütün bu çıkarımların eldeki verilerle eşit derecede ispatlandığı” vurgulanır.
Her öğrenci çiftinin, dersin başındaki yazılı açıklamaları ve sınıftaki tartışmalardan sonra onlar hakkındaki düşüncelerini karşılaştırmaları istenir. Bundan sonra, öğrencilere “eldeki verilere bağlı olarak gerçekte ne olduğunun tam anlamıyla bilinmesinin mümkün olup olmadığı” sorulur.	
“Her iki sıra işaretin de aynı zamanda yapıldığıyla ilgili elinizde herhangi bir bilgi veya veri var mı?” sorusu sorulur.	Bir süre sonra şu açıklamalarla devam edilir: “Hayvanlardan biri bu izleri farklı zamanlarda bırakmış olabilir ve her ikisi de asla aynı zamanda aynı yerde gerçekten bulunmamış olabilir”. “Bundan başka, tüm bu şeyler asla olmamıştır. Basitçe slâyt üzerinde bir dizi işaret olabilir! Bu işaretlerin basitçe bir kalemin kâğıda dokundurularak bırakılmadığına karar vermek için veri yoktur”.
Etkinlik, iki nokta açıkça vurgulanarak sonuçlandırılır: a) gözlem ve çıkarım arasındaki fark ve b) aynı verilere dayalı olarak aynı soru hakkında eşit derecede birçok destekli çıkarımın yapılabilceği.	Bilimle ilgilenen kişilerin, doğal olaylar hakkında sorulan sorulara cevap bulmaya çalışırken benzer çıkarımlar yaptıkları açıklaması yapılır. Ve bilim insanların buldukları cevapların ellerindeki verilerle

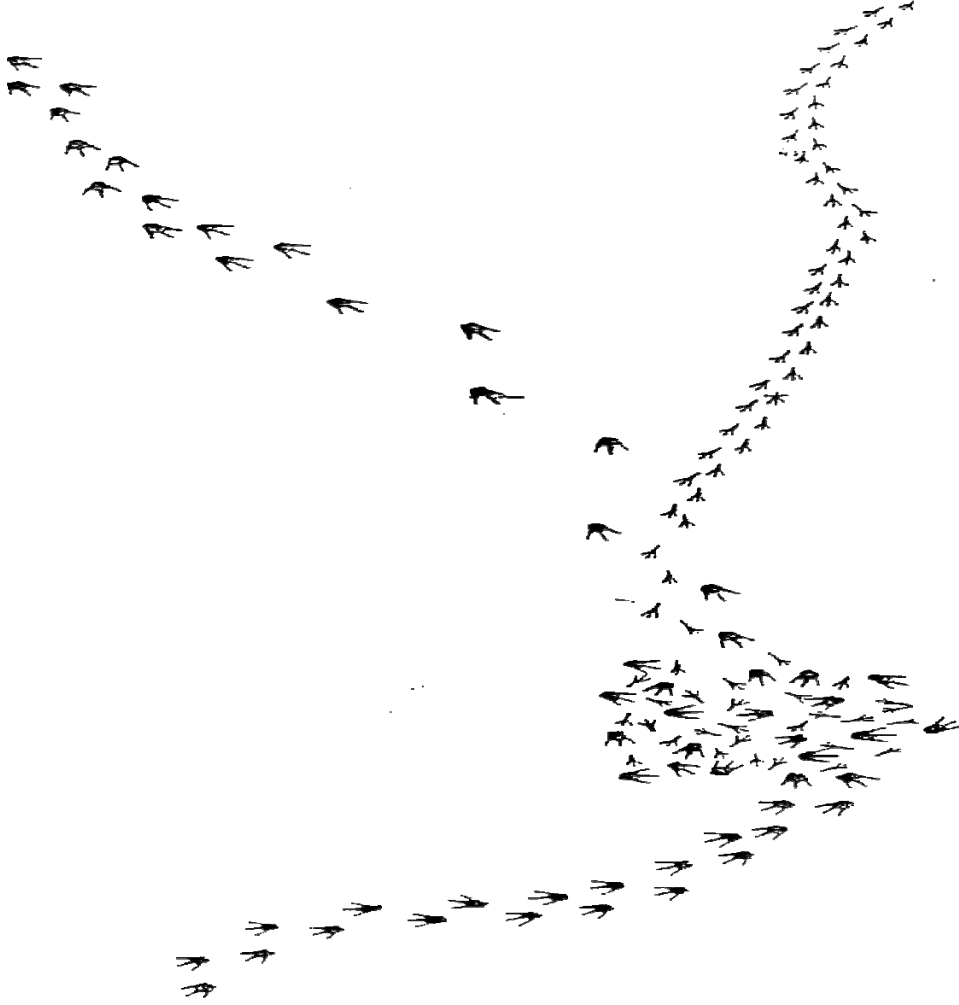
	tutarlı olmasına rağmen, tek bir cevabın o veriyi yalnız başına açıklayamadığı belirtilir. Birçok cevabın mantıklı olduğu hatırlatılır. İşte bu etkinliğe benzer şekilde, bilim insanlarının da gerçekte ne olduğuyla ilgili cevapları kolayca asla bulamadıkları vurgulanır.



Ek Şekil 2.1. Hileli izler 1



Ek Şekil 2.2. Hileli izler 2



Ek Şekil 2.3. Hileli izler 3

Etkinlik 3. Yaşlı Öğretmen!

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, “bir bilim insanının herhangi bir olaya yaklaşırken sahip olduğu bilgi ve beklentinin türünün, o olayı yorumlama şeklini etkileyebileceği” üzerinde durulur. Kırk dakikalık bir ders saatinde tamamlanan bu etkinlikte, öğrencilere projektör yardımıyla yansıtılan mesleğe yeni başlayan bir öğretmene ait olduğu söylenen karikatürler gösterilir. Bu karikatürleri inceleyerek, öğretmen yaşlanırken yüzünde ne gibi değişikliklerin olduğunu fark etmeleri istenir. Etkinliğin sonuna doğru karikatürlerin bir bayanın vücuduna ait olduğu söylenmiş ve neden resimde bayanı değil de öğretmenin yüzünü gördükleri sorulur ve tartışılır. Bu tartışmalardan hareketle, belli bir bakış açısının aynı veride (çizim) bile ne görüldüğünü (bir adam yüzü) ve neyin görülemediğini (kadın vücudu) etkileyebileceği

açıklanır. Benzer şekilde, bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilginin, deneyimin ve beklentilerin çeşidinin, elindeki veride neyi fark ettiğini etkilediği belirtilir. Ve hatta kendilerine çelişkili veri sunulmazsa, bilim insanlarının çoğu zaman bir olayla ilgili sahip oldukları görüş açılarını terk etmedikleri (örneğin, çizim bir yüzdür) açıklanır. Bilim insanlarının, eski görüşlerinden vazgeçip yenilerini kabul etmeleri için çoğunlukla kendi bildiklerinin aksini ortaya koyan veriye ihtiyaç duydukları hususu tartışılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark
- Bilimin teori-yüklü doğası
- Bilimin sosyal-kültürel doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bir bilim insanının herhangi bir olayı incelerken önceden sahip olduğu bilgi ve beklentinin türünün, o olayı yorumlama şeklini etkileyebileceğinin farkına varma
- Bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilgi, deneyim ve beklentilerin çeşidinin, elindeki veride neyi fark ettiğini etkilediğini kavrama.

Süre: 40 dakika

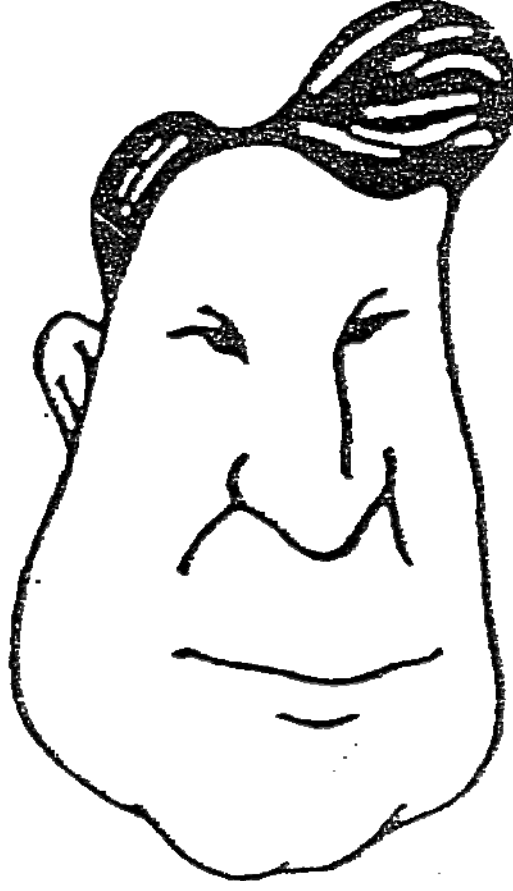
Materyaller: Ekte verilen Ek Şekil 3.1–3.9'deki resimler

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Projektöre Ek Şekil 3.1 yerleştirilir. Bunun, mesleğe yeni başlayan genç bir öğretmene ait karikatür olduğunu söylenir. Mesleğinin ileriki aşamalarında çizilmiş başka karikatürlerin de gösterileceği belirtilir. Bu karikatürleri dikkatli bir şekilde incelemeleri ve öğretmen yaşlanırken yüzünde ne gibi değişikliklerin meydana geldiğini gözlemeleri istenir.	
Projektöre Ek Şekil 3.2 koyulur.	Bu noktada, öğrencilerin genellikle; “öğretmenin çenesinin genişlediğini” veya “kulaklarının küçüldüğü” vs. gibi şeyleri belirtmeleri olasıdır.
Bir önceki adımlar Ek Şekil 3.3–3.6 ile tekrarlanır.	Bu noktaya kadar öğrenciler, genellikle öğretmenin yüzünde gözledikleri değişiklikleri rapor ederler. Ve genellikle Ek

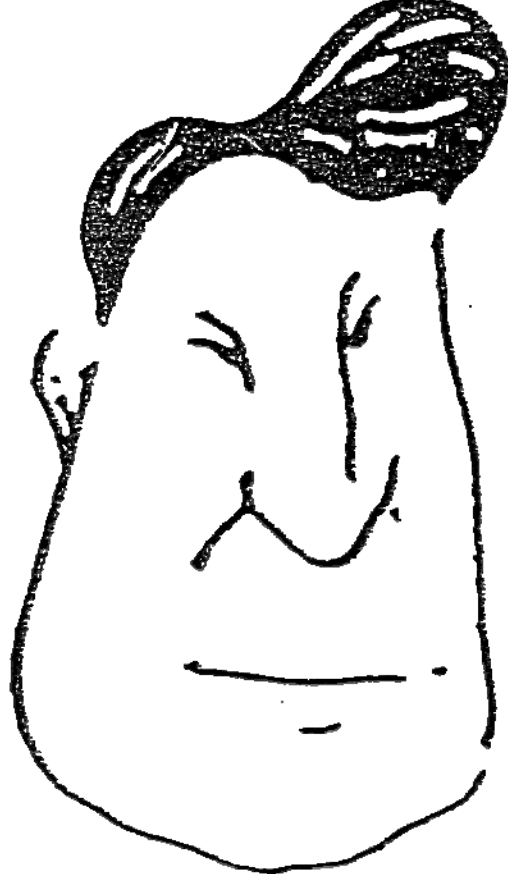
	Şekil 3.7'ye kadar, öğrenciler öğretmenin yüzünde başka bir şeyi belirtmeye başlamaz. Eğer çizimi daha önce hiç görmemişlerse, bir kadın vücudunu hâlâ fark etmezler.
Projektöre Ek Şekil 3.8 yerleştirilir. Öğrencilerden; gördükleri şeyi açıklamaları istenir.	Ek Şekil 3.3 ve 3.2'ye geri dönülebilir çünkü öğrencilerin kadın vücudunu fark etmeleri kolay olmayabilir.
Şimdi, öğrencilere çizimlerin bir arada verildiği Ek Şekil 3.9 gösterilir ve nerede kadın vücudunu fark etmeye başladıkları sorulur.	Şimdi, birçok öğrenci Ek Şekil 3.5 ve hâttâ 3.4 diyebilir.
Öğrencilere sırayla şu sorular sorulur ve cevapları alınır: “ilk başta resimde bir erkek öğretmenin yüzünü nasıl görebildiniz?”, “Başlangıçta çizimin bir erkek öğretmene ait karikatür olduğunu söylemem bunda etkili olmuş olabilir mi?”, “Bu çizimin bir kadın vücuduna ait olduğunu size söylememiş olsaydım, onun farkına varabilir miydiniz?”	Bu noktada öğrencilerden gelen cevapları birleştirerek, şu açıklamalar yapılır: “herhangi bir olaya yaklaşırken sahip olduğunuz bilginin ve beklentinin çeşidi, o olayı yorumlama şeklini etkileyebilir. “belli bir bakış açısı, aynı veride (çizim) bile ne gördüğümüzü (bir adam yüzü) ve ne görmediğimizi (kadın vücudu) etkileyebilir”. “Benzer şekilde, bir bilim insanının araştırmaya kendisiyle birlikte getirdiği bilginin, deneyimin ve beklentilerin çeşidi, elindeki veride neyi fark ettiğini etkiler”. “Ve hatta kendilerine çelişkili veri sunulmazsa, bilim insanları çoğu zaman görüş açılarını terk etmezler (örneğin, çizim bir yüzdür)”.
Şimdi öğrencilerin Ek Şekil 3.5'e bakmalarına izin verilir ve bu çizimi bir yüz olarak nasıl görebildiklerine şaşırp şaşırmadıkları sorulur!.	Bilim insanları, eski görüşlerinden vazgeçip yenilerini kabul etmeden önce ve nispeten daha uzun zaman içinde (öğrenciler için Ek Şekil 3.8 ile 3.1'i karşılaştırılır) genellikle kendi bildiklerinin aksini ortaya koyan veriye ihtiyaçları vardır şeklinde bir açıklama yapılır.

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.1. Yaşlı öğretmen

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.2

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.3

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.4

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.5

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.6

(Ek 1'in devamı)



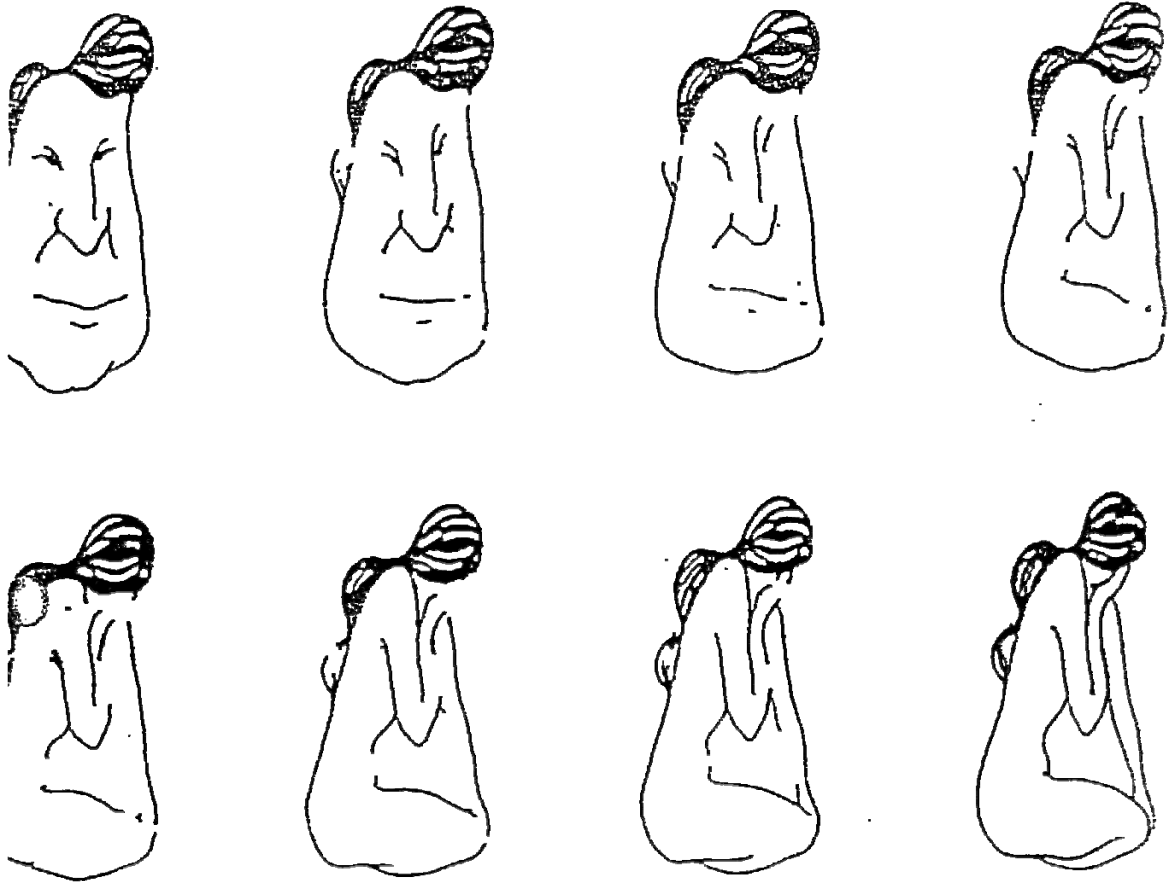
Ek Şekil 3.7

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.8

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 3.9

Etkinlik 4. Genç mi? Yaşlı mı?

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, bilim insanlarının aynı veri parçalarına veya veri gruplarına bakmalarına rağmen, farklı şeyler görmelerinin mümkün olduğu üzerinde durulur. Etkinlikte projektör yardımıyla değişik resimler (Ek Şekil 4.1., 4.2 ve 4.3) ekrana yansıtılarak öğrencilere ne gördükleri sorulur. Öğrencilerden bazıları yaşlı kadını ve diğerleri ise sadece genç bir kadını fark eder. Fark edemeyenlere dikkatlice bakmaları durumunda fark edecekleri hatırlatılır. Bu süreçte yapılan tartışmalardan hareketle aynı resmi inceleyen iki farklı kişinin değişik şeyleri görmelerinin mümkün olduğu hatırlatılır. Bu noktada, öğrencilerle birlikte, bir bilim insanının mevcut bilgisinin ve deneyimlerinin, belli bir veriyi belli bir bakış açısından görmesinin ne anlam ifade ettiği hususu tartışılır. Resimde genç kadının yüzünü göremeyen öğrencilerin deneyimlerine atıfta bulunularak, bilim insanlarının da bazen sorularıyla ilgili bazı veri parçalarını görmekte veya algılamakta başarısız olabildikleri hatırlatılır. Bilim

insanlarının da bazen, öğrencilerin aynı veri parçalarından - örneğin çizim- tamamen farklı şeyler çıkarımda bulundukları gibi aynı veri grubundan farklı şeyler çıkarsama yapma eğiliminde oldukları üzerinde durulur. Bu noktada, dinazorların varlığı ve nesillerinin tükenmesi ile ilgili bilim insanlarının yaptığı farklı çıkarımlardan ve bu çıkarımlarda hayâlciliğin ve yaratıcılığın rolü üzerinde ayrıca tartışılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bir çıkarım ile gözlem arasındaki fark
- Bilimin teori-yüklü doğası
- Bilimin soysa-kültürel doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilim insanlarının aynı veri parçalarına bakmalarına rağmen, farklı şeyleri görmelerinin mümkün olduğunu kavrama.

Süre: 40 dk.

Materyaller: Ekte verilen Ek Şekil 4.1., 4.2 ve 4.3

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Projektöre Ek Şekil 4.1. yerleştirilir ve öğrencilere ne gördükleri sorulur.	İlk bakışta öğrenciler, yaşlı bir kadın yüzü gördüklerini açıklayacaktır. Bir kaç ise genç bir kadın profili görecektir. Eğer öğrenciler, genç kadını göremezlerse, çizimde olduğunu ve yeterince dikkatli bakarlarsa görecekları konusunda ısrar edilir. Fakat ilgili görüntüler çizim üzerinde öğrencilere açıkça gösterilmez.
Şimdi, öğrencilerin görüntüyü tanımalarına yardım etmek için - örneğin, yaşlı kadının burnunun genç kadının yanak ve çenesini nasıl oluşturduğunu- işaret edilir.	Birçok öğrenci hâlâ, görüntülerden birini veya diğerini seçebilmekte başarısız olacaktır.
Öğrencilere; “çok benzer olan çizimlere nasıl bakabiliyoruz ve iki farklı şeyi nasıl görebiliyoruz?” sorusu sorulur.	

Öğrencilere: “bazılarımızın sadece bir yüz görmesi ve diğerini görememesinin nasıl olabildiğini” sorulur ve sonra şu açıklama yapılır: “Bazı bilim insanları aynı veri parçalarına veya veri gruplarına bakarlar fakat farklı şeyler görmeleri mümkündür”. Bu noktada, öğrencilerle birlikte, bir bilim insanının mevcut bilgisinin ve deneyimlerinin, belli bir veriyi belli bir bakış açısından görmesinin ne demek olduğu tartışılır.	Bununla aynı şekilde, bazı öğrencilerin çizimde genç kadının yüzünü görememeleri ile bilim adamlarının da bazen sorularıyla ilgili bazı veri parçalarını görmekte (veya algılamakta) başarısız oldukları arasında ilişki kurulur.
“Bilim insanları bazen, öğrencilerin aynı veri parçalarından -örneğin çizim- tamamen farklı şeyler çıkarımda bulundukları gibi aynı veri grubundan farklı şeyler çıkarsama yapma eğiliminde olurlar” açıklaması yapılır.	Öğrencilerin her iki görüntüyü de görmelerine yardım etmek için, onlara Ek Şekil 4.2'deki yaşlı kadın ve Ek Şekil 4.3'deki genç kadın gösterilir. Şimdi öğrenciler Ek Şekil 4.1'e bakabilir ve küçük bir çabayla her iki yüzü de görebilirler. Ve hatta bir yüzden diğerine geçebilirler. Buna rağmen, aynı anda her iki yüzü de göremeyebilirler.

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 4.1. Yaşlı-genç kadın

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 4.2. Yaşlı kadın



Ek Şekil 4.3. Genç kadın

Etkinlik 5. Su Üretici!

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte odaklanılan temel kavram; bilim insanlarının bir olayla ilgili yaptıkları gözlemleri açıklamak için birden çok model kurduklarından dolayı, bilimin kesin olmadığıdır. Etkinlikte, bir olayla ilgili var olan modellerin deneysel sonuçlara göre doğrulandığı veya değiştirildiği ile bilimin; gözlemleri, tahmin yapmayı, hipotez kurmayı ve model inşa etmeyi, işbirliği içinde öğrenmeyi içerdiği gibi kavramlara odaklanılır. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin; kendilerine sunulan sistemin içyapısıyla ilgili kâğıttan bir model (diyagram) tasarlamak için grup arkadaşlarıyla birlikte çalışmaları ve inşa ettikleri modelleri sınıfa sunarak tasarımlarını savunmaları hedeflenir. Etkinlikte öğretmen öğrencilere yeni geliştirdiği bir cihazdan bahsederek nasıl çalıştığını bir deneyle sınıfa gösterir. Bundan sonra, olayla ilgili problem hakkında “cihaz nasıl çalışmaktadır?” sorusunu düşünerek ve birlikte

çalışarak model kurmaları ve kurdukları modeli delillerle savunmaları istenir. Etkinlikte cihazın içyapısı öğrencilere açık bir şekilde gösterilmeden ortamdan uzaklaştırılır ve bu durum, bilimsel modellerin doğayla ilgili tahminler olduğu ve modellerin doğru olduğu hakkında asla emin olunamayacağının tartışması için planlanır. Farklı grupların kurdukları değişik modellerin aslında hipotezler olduğu hususu belirtilerek, bu modelleri hazırlayarak test etmeleri ve sonuçlarını sınıfla paylaşmaları istenir.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark
- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilim insanlarının bir olayla ilgili yaptıkları gözlemleri açıklamak için birden çok model kurduklarını kavrama
- Bir olayla ilgili var olan modellerin deneysel delillere bağlı olarak doğrulandığını veya değiştirildiğini kavrama.
- Bilimin; gözlemleri, tahmin yapmayı, hipotez kurmayı ve model inşa etmeyi, işbirliği içinde çalışmayı içerdiğini kavrama.
- Bilimsel modellerin doğayla ilgili tahminler olduğu ve modellerin doğru olduğu hakkında asla emin olunamayacağının farkına varma.

Süre: 40 x 2 =80 dakika

Materyaller:

1 lt plastik kutu, bir metre lastik veya plastik boru, silikon, geniş huni, 250 ml'lik dereceli beher, bir miktar su, 500 ml'lik su tutma kabı, bir huni, büyük bir kutu

Hazırlık:

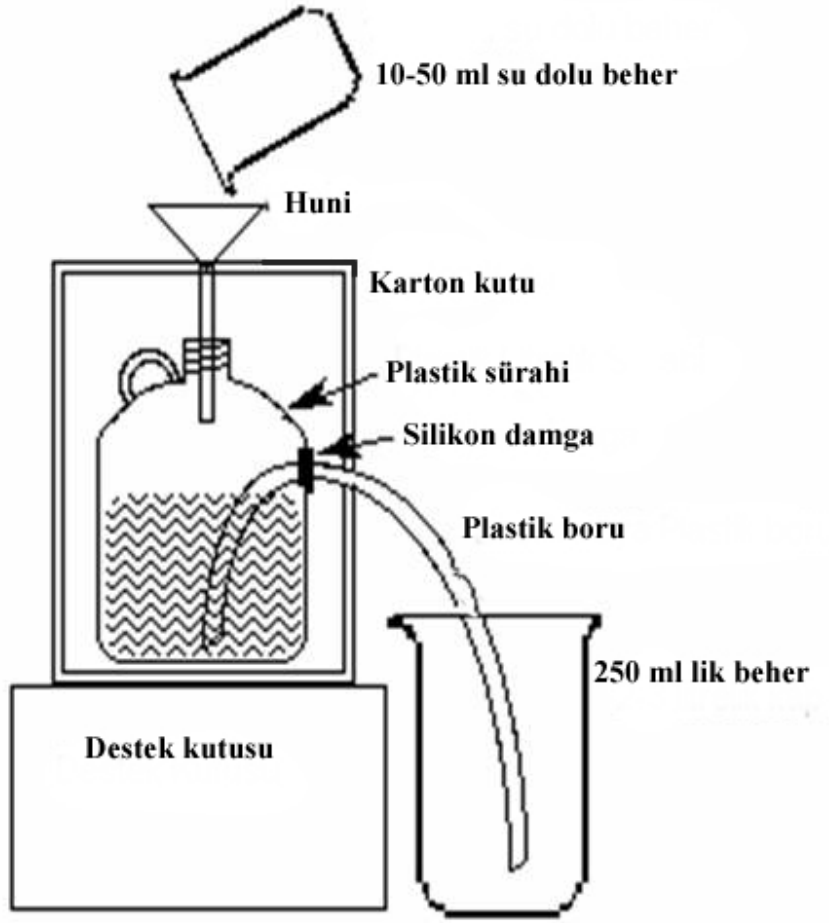
Su üreticini hazırlamak için Ek Şekil 5.1'de verilen çizim incelenir ve model hazırlanır. Kutunun üzerine kalın uçlu bir kalemle su üretici yazılır. Etkinliği uygulamak için sınıfa gelinmeden önce ve öğrenciler sistemi görmeden önce, kutunun içindeki kabın 2/3 ü (boru çıkışının altına kadar) suyla doldurulur ve kutunun içine yerleştirilir. Hemen sonra, çıkıştaki suyu toplamak için bir beher masanın üzerine koyulur. Uzun lastik boru bağlayarak, geniş çaplı bir huni, kutunun üstüne ve litrelik kabın içine doğru kurulur [Bu düzenek, sifon prensibiyle çalışacak, fakat bu asla öğrencilere söylenmez]. En son olarak, küçük beherin içine 150–200 ml su koyulur.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
İlk olarak, etkinlikte kullanılacak olan araçla ilgili olarak öğrencilere kendilerini meraklandıracak ve heyecanlandıracak bir açıklama yapılır. Bu aracın içine koyulan suyu kullanarak daha fazla su ürettiği ve bu nedenle, toplumun su ihtiyacının karşılanması için çok önemli bir icat olduğu açıklanır.	Bu açıklamalardan hemen sonra, öğrenciler biran önce makineyi görmek ve incelemek isterler.
Bütün öğrencilerden, yapılan her şeyi dikkatlice gözlemleri söylenir. Bundan sonra, su borudan dışarıdaki büyük kabın içine boşalmaya başlayınca kadar yaklaşık 100 ml su huninin içine dökülür ve sonra dökme işlemi bırakılarak, sınıftan seçilen gönüllü bir öğrenciden, küçük kaptaki suyun hacmini okuması istenir. Fark hesaplanır ve makinenin içine dökülen su miktarı sınıfa duyurulur.	Öğrenciler; huninin içine dökülen su miktarıyla ilgili gözlemlerini kayıt eder.
Ne olduğu öğrencilere sorulur.	Öğrenciler şöyle söyleyebilir: "içine girenden daha fazla su dışarı çıkıyor", veya "bu etkiye bir şey neden oluyor".
Su akışı durduğunda, gönüllü öğrenciden geniş kaptaki son hacmi okuması istenir.	Öğrenci; suyun hacmini okur ve sınıfa söyler.
Öğrencilerden, ne olduğuyla ilgili yazılı açıklamalarını tamamlamaları istenir. Bu yaparken, gözlemlerini kullanmaları söylenir.	"Tümünüz bir olayı tecrübe ettiniz" şeklinde bir açıklama yapılır ve şu soru sorulur: "Buradaki problem nedir?"
Öğrenciler, hemen veya bir süre sonra; buradaki esas problemin "aracın nasıl çalıştığı" olduğunu ima edebilirler. Çizdikleri diyagramlara ve yaptıkları gözlemlere "Problem" kelimesini ilave etmeleri söylenir ve "problemi" kendi kelimeleriyle kısaca açıklamaları sağlanır.	

Öğrencilerin daha önce kurulan 3–4 kişilik grupları oluşturmaları sağlanır. Her bir gruba, aracın nasıl çalıştığıyla ilgili bir grup modeli (hipotezi) geliştirmeleri söylenir. Her bir grup, fikir birliğine vardıkları son kararı, kendilerine verilen, etkinlik sonundaki çalışma kâğıtlarına yazmaları söylenir. Bunun yanında, ifade ettikleri modellerin nasıl çalıştığını da altına yazmaları istenir.	Öğrenciler; birlikte çalışarak, sahip oldukları fikirleri tartışır ve sonra çizimlerini ve açıklamalarını hazırlar. Bütün çalışma gruplarının yaptıkları çizimleri tamamlamaları beklenir ve sonra her bir gruptan bir kişinin (sözcü), sistemin çalışma prensibini sunması istenir. Bu noktada, sınıftaki diğer öğrenci gruplarının soru sormalarına izin verilir ve modellerini savunmaları için teşvik edilir. Öğrenciler; çizdikleri diyagramları göstermek, açıklamak ve onlarla ilgili sorulara cevap vermek için sırasını bekler.
Öğrencilerin, hangi grubun kurduğu modelin daha iyi olduğunu ve neden böyle düşündüklerini tartışmaları sağlanır. Bir fikir birliğinin olup olmadığı kontrol edilir.	Öğrenciler; tartışma sürecine aktif olarak katılır, fakat fikir birliğine varılabilir veya varılamayabilir
Öğrencilere; bu modellerden birini nasıl test edebilecekleri ve gerçek tasarıma benzeyip benzemediğiyle ilgili bir ipucu vermek anlamında, içine bakmaktan başka ne yapabilecekleri sorulur.	Öğrenciler; modeli test etmekle ilgili farklı fikirler sunarlar. Bunlar tahtaya yazılabilir. Su Üretecinin içyapısı öğrencilere gösterilmez. “Bilimsel modeller, doğayla ilgili tahminlerdir ve modellerin doğru olduğu hakkında asla emin olmayız” açıklaması yapılır.
Tüm gruplardaki öğrencilerden; etkinlikte incelenen araçla ilgili grupla birlikte veya bireysel olarak kurdukları hipotezlere göre, evlerinde kendi modellerini kurmaları ve bunları gösteri için bir sonraki derste sınıfa getirmeleri istenir.	Bir sonraki ders sınıfa getirilen örnek modeller öğrenciler tarafından sergilenir ve öğretmen tarafından sunulan araçla aynı şekilde davranıp davranmadığı sorulur. Buradan hareketle aynı olayla ilgili farklı modelleri kurulduğuna atıfta bulunularak, bilim insanlarının da gözledikleri olaylarla ilgili değişik modeller kurdukları, fakat bunların %100 doğru olmadıkları açıklanır.

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 5.1. Su  retci modeli

Ek. Etkinlik Rapor Kâğıdı

Takımın İsmi:

Takım Elemanlarının İsimleri:

[1]..... [3].....

[2].....[4].....

(Ek 1'in devamı)

2- İncelenen Soru:

3- Gözlem – Veri.

4- Kurulan Model:

5- Modelin Test Edilmesi:

Etkinlik 6. Kâğıt Rulolar

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilere kâğıt ruloları kullanılarak hazırlanan bir sistem gösterilerek nasıl çalıştığı deneyi sunulur. Bundan sonra, öğrencilerden birlikte çalışarak rulonun içyapısının nasıl olduğunu düşünmeleri ve kendilerine verilen hazır ruloları kullanarak etkinlikte kullanılabilecek bir tane inşa etmeleri istenir. Birlikte çalışan öğrenciler, fikirlerini tartışarak rulonun içyapısıyla ilgili hipotezler kurarak bu hipotezlere dayalı olarak bazı modeller hazırlar. Bundan sonra her bir takım, hazırladığı modeli nasıl çalıştığını da sunarak açıklar ve kendi modelinin etkinlikte sunulana en çok benzediğini ileri sürer. Bu etkinliğin en sonunda, öğretmen kullandığı rulonun iç kısmını öğrencilere göstererek, öğrencilerinki ile aynı işlevi görmesine rağmen içyapısının onlarınkine tıpa tıp benzemediğini açıklar. Bu etkinlik, öğrencilerin “bilimde çıkarımın rolünün ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını” hissetmeleri ve “bilimde kurulan modellerin sürekli bir değişim içinde olduğunu” anlamları için önemli bir araç olarak kullanılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark

- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilimde çıkarımın rolünü ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını anlama
- Bilimde kurulan modellerin sürekli bir değişim içinde olduğunu kavrama

Süre: 40 dakika

Materyaller: Tuvalet Kâğıdı Ruloları, Çamaşır İpi, Makas, Metal Halka, Yapıştırıcı

Hazırlık:

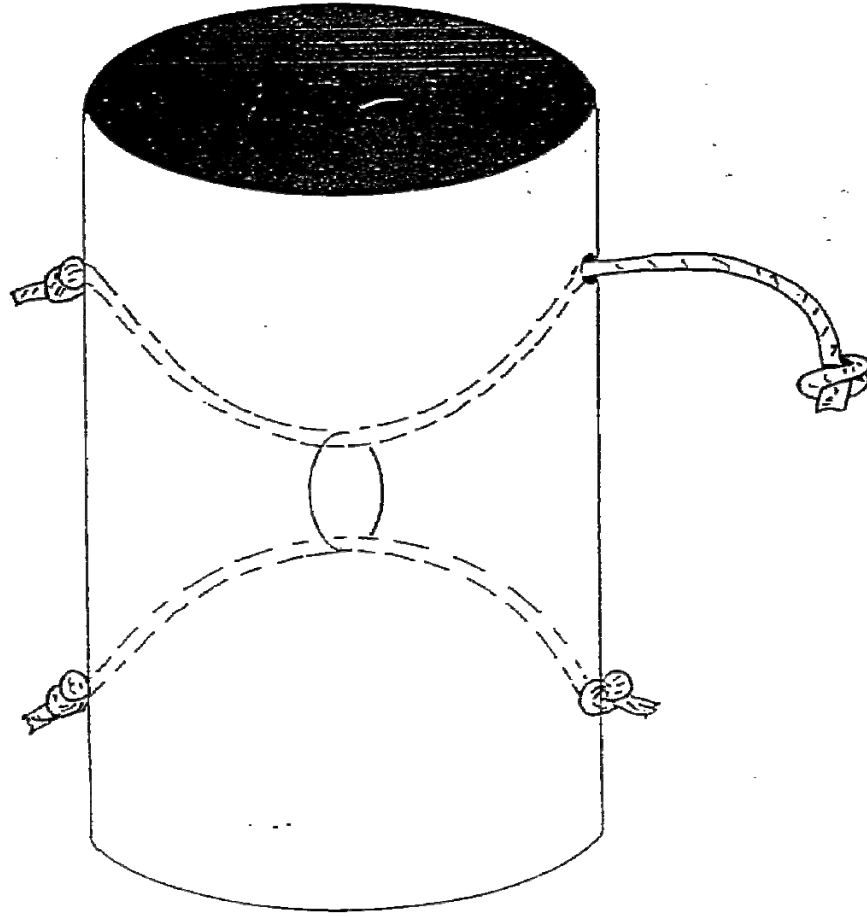
Bir tane tuvalet kâğıdı rulosu temin ederek, ikisi bir kenarında ve diğerinden birkaç cm uzakta ve diğer ikisi de öbür tarafında olmak üzere kenarlarında dört delik açılır. İpleri ekte verilen Ek Şekil 6.1'de olduğu gibi deliklerden geçirilir ve uçları bağlanır. Üstteki ipin bir ucu çekildiğinde, karşı taraftaki ipin ucunun boruya yaklaşacağı ve diğer ucu çekmenin karşı-alt taraftaki ipin ucunu içeri çekebileceği şekilde bir model tasarlanır. Modelin dıştan görüntüsü Ek Şekil 6.2 'deki gibidir.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Hazırlanan rulo sistemi üzerinde ipleri sağa ve sola doğru çekme eylemleri yapılarak neler olduğu öğrencilere tanıtılır ve olayı dikkatli bir şekilde gözlemeleri istenir.	Bu şekilde rulonun içyapısının nasıl olduğu hakkında grup çalışması yaparak bir model kurlmaları istenir.
Kurulan hipotezlere bağlı olarak kurulan modeller üzerinde grup elemanlarının tümü hemfikir olduğunda ve bu model çalışma yaprağına kayıt edildikten sonra, öğrencilere henüz hazırlanmamış tuvalet kâğıdı rulolarını verilir ve kurdukları boru modelini inşa etmeleri söylenir.	
Bundan sonra kendi modellerinin tanıtılan gibi davranıp davranmadığı sorulur	Bu test edilirken öğrencilerle birlikte, herkes kendi kurduğu boru modeli üzerinde aynı eylemlerde bulunur
Bu noktada, öğrencilerin kurduğu boru modellerinin tanıtılan gibi olmayacağı kesindir. Çünkü öğrencilere bir halka verilmediğinden boru halka olmaksızın da kolayca inşa edilebilir. Bunu takiben, tanıtılan rulonun içi açılır.	Bu, öğrencilerin kurduğu modellerin veya yaptıkları çıkarımların gerçekten ne kadar uzak olduğunu görmeleri açısından oldukça faydalıdır. Bu öğrencilerin, “bilimde çıkarımın rolünü ve kurulan modellerin gerçeğin kopyaları olmadığını hissetmeleri” açısından önemlidir.

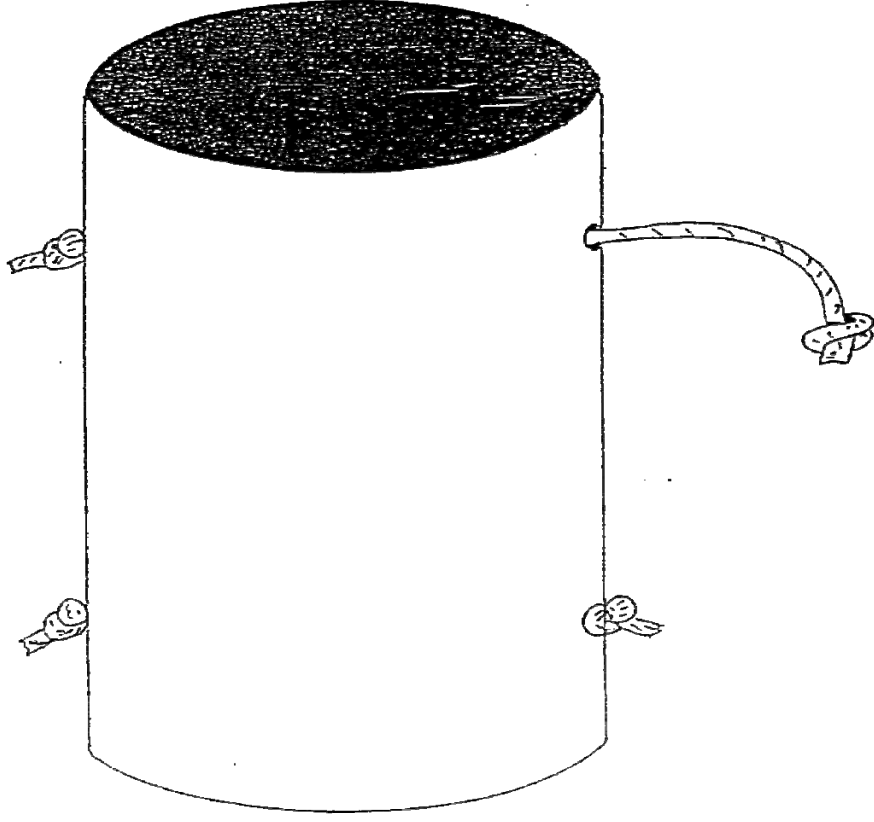
Bu etkinlikte öğretmen kendi boru modelinin içini göstermeyebilir. Bunun yerine, öğrenciler kendi inşa ettikleri modellerin tanıtılanla aynı olmadığını fark ettiklerinde yenilerini kurmaları için ilave zaman verilebilir.

Bu, “bilimde kurulan modellerin sürekli bir değişim içinde olduğunu” anlamaları için iyi bir fırsattır.



Ek Şekil 6.1. Rulonun iç yapısı

(Ek 1'in devamı)



Ek Şekil 6.2. Rulo modeli

(Ek 1'in devamı)

Etkinlik 7. Hipotez Kutuları!

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte gruplara değişik renklerde ve büyüklüklerde kutular verilerek bu kutuların içyapısı hakkında model kurmaları ve kurdukları modeli çizimlerle göstermeleri istenir. Öğrenciler, birlikte çalışarak ve zaman zaman diğer gruplarla da işbirliği yaparak, kutuların içyapısıyla ilgili değişik modeller üretir. Bu etkinlikte her bir gruptan kutunun içyapısıyla ilgili modeli üretirken izledikleri bilimsel süreci rapor etmesi istenir. Bu etkinlik bilimde kesin olmamanın rolünün açıklanması ve kesin olmamanın ise birlikte çalışarak en aza indirilebileceği hususları üzerinde vurgu yapılarak tamamlanır. Etkinlikte ayrıca öğrencilerden incelenen kutular ile atom modeli ve dünyanın iç kısmının incelenmesi arasında bağlantı kurmaları istenir. Bu şekilde bilimde gözlem ve çıkarım ile yaratıcılık ve hayâlciliğin rolü üzerinde tartışılır. Etkinliğin değerlendirme kısmında ise doğanın hangi taraflarının ve niçin kutu etkinliğine benzediği sorularak, öğrencilerin tartışmaları sağlanır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilimsel bilginin niçin kesin doğru olmadığına farkına varma
- Bilimde kesin olmamanın, birlikte çalışarak en aza indirilebileceğini anlama.

Süre: 40 x 2 =80 dakika.

Materyaller: Küçük ve yuvarlak cam ve taş parçaları, dört sigara kutusu, makas, yapıştırıcı, kaplama kâğıtları.

Hazırlık:

Sigara kutularının içlerine kartonlar yardımıyla ve içindeki cisimlerin kolayca hareket edebilmesini sağlayan engeller kurulur ve yapıştırılır. Kutular, içlerine küre şeklindeki cam veya taş parçaları konularak kapatılır. Kaplama kâğıtlarıyla üzerleri kaplanır. Bu kutularda ikisinin dış rengi ve içyapısı benzer şekilde hazırlanır.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Her öğrenci grubuna bir kutu verilir ve kutuların açılmaması gerektiğini belirtilir. İki veya üç dakika sonra öğrencilerden verilen kutuları açıklamaları istenir.	

Kutuların rengi, büyüklüğü, şekli ve içinde hareket eden nesne gibi benzerliklerle ilgili olarak genel bir fikre ulaşıldığında, her bir kutunun içyapısını analiz etmeleri talimatı verilir. İnceledikleri kutunun içyapısıyla ilgili bir modeli verilen kâğıtlara bireysel olarak çizimleri söylenir.	
Bütün çizimler bittikten sonra, öğrencilerden, arkadaşlarının yaptıkları çizimlere bakmalarını söylenir. İlk önce, çizimlerin tümüyle ilgili bir açıklama yapıp yapamayacaklarını sorulur, mesela "çizimlerin tümü birbirine benzememektedir" gibi.	Bu noktada, öğrencilerden bazılarının çizdikleri modellerin hangi delillere dayandığı sorulur.
Kurdukları modelleri nasıl test edebilecekleri sorulur.	
İleri sürdükleri şeylere bağlı olarak, daha fazla veri toplamaları, karşılaştırma yapmaları ve analiz yapmaları için öğrenciler gruplara ayrılır ve bu yolla çizdikleri modelleri daha fazla geliştirmeleri istenir.	Bütün grupların etkileşimleri izlenir ve kâğıtlarındaki çizimleri daha fazla geliştirmeleri veya şeklini değiştirmeleri için teşvik edilir. Bu noktada grup elemanları arasında açık bir fikir birliği varsa, yeni bir çizim yapmalarını söylenir.
Her bir gruptan bir kişinin, raporlarında ulaştıkları yere nasıl vardıkları ile ilgili süreci açıklaması sağlanır; "ne yaptılar?, neye karar verdiler?".	- Bu inceleme boyunca takım elemanları nasıl eylemde bulundular? - Problem çözmeyi etkileyebilen ve sık karşılaşılan insan özelliklerinden olan tercihlerin, deneyimlerin ve ön yargıların bilimdeki rolü tartışılır ve öğrencilere bununla ilgili deneyimlerini paylaşımları söylenir. - Bu özelliklerin objektiflik üzerindeki etkisini tartışılır. Bu, bir kişinin herhangi bir olayla ilgili yaptığı son açıklamanın güvenilirliğini nasıl etkiler? Bu durum, bilim insanları bilim yaparken olur mu?

İnceleme teknikleri ve bilim insanlarının nasıl çalıştığı hakkındaki tartışma tamamen bittiğinde, kutular toplanır.	Biraz daha fazla süre ve iyi malzeme verilse (terazi, mıknatıs) başka testleri de yapabilecekleri belirtilir. Bunların, “cevapları daha tatmin edici yapıp yapamayacağı sorulur”.
Bir kişinin kutuyu incelerken elde ettiği duyuşsal bilgilerden ve gözlemlerden hangi alternatif bilgileri çıkarabileceğini tartışılır. Bu tartışma, sonuçların tutarlılığı, tahmin edilebilirliği, çıkarımların kesin olmaması açılarından yapılır. Öğrencilere, “özel çıkarımlarının doğru olduğu konusunda nasıl emin oldukları sorulur?”. “Özdeş kutularda ne olabileceği hakkında çizimlerdeki çeşitliliğin farkına vardılar mı?	Bilimin kesin olmamasının iki sebebi olduğunu; – a) normal insan etkinliği, önyargıları ve farklı görüş açıları, b) doğrudan olmayan bilgi ve bir olayı doğrudan gözlemlenin yetersizliği - açıkça ve özetle ifade etmelerini isteyin.
“Kesin olmamanın nasıl azaltılabileceğini” sorulur ve tartışılır.	
Her bir gruptan, kutuları incelerken kullandıkları “bilimsel süreci” açıklaması istenir.	İncelenen kutularla, atom modeli ve dünyanın iç kısmının incelenmesi arasında bağlantı kurulur ve bir sorunla ilgili, onu doğrudan gözlemeden elde edilen bilgi ile ilgili örnekler vermeleri istenir. “Bilimsel bir araştırmada gerçek cevabın tam anlamıyla kesinlikle bilinemeyeceğini fakat gelecekteki açıklamaları için daha fazla yol alındığını” fark etmeleri sağlanır.

Etkinlik 8. Delikli Şişe

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte öğrencilerin bilimin hipotez kurmayı ve test etmeyi içerdiği ve dolayısıyla bilimin deneysel doğasını kavramları üzerinde durulur. Etkinlikte üzerinde üç delik bulunan ve deliklerin tümü elektrik bandıyla kapatılan plastik bir su şişesinin üzerindeki deliklerin her biri sırayla ve öncelikle, öğrencilere ne olacağı sorulduktan sonra açılmış ve tahminleriyle gözledikleri olay arasında ilişki kurmaları istenir. Bundan sonra sırayla ikinci ve üçüncü delik açılır. Her bir durum için öğrencilerin kendilerine verilen çalışma yaprağını doldurmaları istenir. Bu etkinlikten sonra aynı şişe yan tarafı üzerinde yatırılarak bir önceki etkinlikteki adımlar aynen uygulanır. Etkinlikte hipotez kurma ve hipotezin test edilmesi ve hangi durumlarda kabul ve hangi durumlarda ise reddedileceği üzerinde tartışma yapılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark
- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bilimin hipotez kurmayı ve onu test etmeyi içerdiğini kavrama
- Bilimsel bilginin geçici olduğunu, kesin olmadığını ve değişebileceğini kavrama
- Bir problemle ilgili test edilebilir hipotezler kurabilme
- Bir hipoteze dayalı olarak yapılan tahminlerin, deneylerin beklenen sonuçları olduğunu fark etme
- Bir hipotezle başa çıkmak için geçerli ve farklı testler önerebilme
- Bir hipotezin doğru olup olmadığına bağlı olarak, bu testlerin savunulabilir alternatif sonuçlarını tahmin etme

Materyaller: Bir tarafında ve yaklaşık 6 cm arayla düşey doğrultuda açılmış ve elektrik bandıyla kapatılmış üç küçük delik bulunan 2 litrelik plastik su şişesi. Bu şişe suyla doldurulduktan sonra kapağı sıkıca kapatılır.

Süre: 40 x 2 =80 dakika

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Dikkat çekmek için gösteri yapılacak masanın önünde durulur ve içinde su dolu olan üç delikli plastik su şişesini öğrencilere tanıtılır.	"Şişenin üzerindeki ilk delikteki bandı çekip çıkaracağım. Bunu yaptığımda ne olacağını, konuşmadan, etkinlik rapor kâğıdınızda göstermenizi veya yazmanızı istiyorum" şeklinde bir açıklama yapılır.

Bu işlem bittiğinde, öğrencileri yargılamadan veya sorgulamadan bazılarını yaptıkları tahminleri sorulur.	Tahminlerini aldıktan sonra, üstteki deliği dikkatlice ve şişeyi sıkmadan açın ve bir öğrencinin şişeyi üstten ve alttan tutarak yardım etmesini istenebilir.
Öğrencilerden, ne olduğunu kayıt etmeleri ve yaptıkları tahminlerle gerçekte ne olduğunu karşılaştırmaları istenir.	Öğrencilerden, bu olayın niçin olduğunu çözmeye çalışmalarını istenir. Bu amaçla, öğrencilerin bireysel olarak düşüncelerini ve fikirlerini kâğıtlara kayıt etmeleri sağlanabilir veya küçük gruplarla (3–4 kişilik) tartışmaları sağlanabilir. Bu yolla, öğrencilerin tümü, grubun hem fikir olduğu noktaları kayıt eder.
Öğrencilere, yaptıkları olası açıklamalardan bazıları sorulur. Bundan sonra, belirtilen fikirlerle ilgili olarak; bu olası açıklamalar “hipotezdir” terimini verilebilir. Bunlar tahtaya yazılır.	Bu noktada, öğrenciler birçok şey ileri sürebilir, fakat yapılan açıklamalarla ilgili hüküm vermekten kaçınılır. Bunların ifade edilmesi sadece bütün öğrencilerin çok sayıda açıklaması olduğunu farkında olmalarını sağlar. Bazı fikirlerin diğerlerinden daha iyi olabileceğini görebilmeleri ve bunun sebebini anlamaları için bunlar gözden geçirilir.
Öğrencilere; “Bu fikirlerden (hipotezlerden) birinin doğru olduğunu nasıl iddia edebiliriz?” sorusunu sorulur. Bunu “test edeceğiz” deyin. Yani, birkaç deney yapacaksınız ve hipotezin doğruysa beklenen sonuç, fakat hipotez doğru değilse farklı bir sonuç ortaya çıkacaktır.	
Öğrencilere, hipotezlerinin doğruluğunu sınamak için hangi deneyleri yapabilecekleri sorulur.	İkinci deliğin açılması istenirse, şu sorulur: "önce bunu yapınca ne olacağını tahmin etmelisiniz, hipoteziniz doğruysa veya hipoteziniz doğru değilse ne olacaktır?. Bunun hakkında düşünün ve tahminlerinizi kâğıda kayıt edin"
Yapılan tahminlerin sınıfla paylaşılması için, bazı öğrencilerin açıklamasına izin verilir.	

Bu etkinliği yani ikinci deliği ortaya çıkaracak şekilde bant biraz daha aşağı doğru çekilir. Hemen sonra, öğrencilere şunu söyleyin: “gözlemlerinizi kayıt edin ve tahminlerinize uyuyorsa not edin”	
Şu soruları sorarak öğrencilerin olayı açıklamasına izin verilir: "kaç kişi doğru tahmin etti?". "bunun anlamı hipotezinizin doğru olduğu mudur?"	"Eğer, sonuçlar tahminlerinize uymuyorsa, bunun anlamı hipotezinizin yanlış olduğu mudur?". "farklı bir hipotez düşünmeniz akıllıca olduğunu düşünüyor musunuz?"
Öğrencilere, üçüncü delikteki bandı çekip çıkarmaları söylenir.	Bu defa, sınıfın tümünün veya birçoğunun sonucu doğru bir şekilde tahmin etmesi mümkündür.
Şunu sorun: "bu deney, doğadaki bir probleme gerçekçi bir çözümü nasıl bulduğumuz hakkında sizin için ne anlam ifade etmektedir? ".	Bu soru üzerinde düşünen öğrencilerin, temel bilimsel süreci açıklamaları mümkündür: "gözle –hipotez kur- test et – yeniden hipotez kur- test et- vs."
İyi bir hipotez ile zayıf hipotez arasındaki farkı incelemek için ilk kurulan hipotezlere geri dönün ve öğrencilere şunları sorun: “hangisi veya hangi ikisi daha iyidir?” ve hangisi veya hangi ikisi daha zayıftır?”.	Bunları işaretleyin ve bu maddeleri niçin seçtikleri birkaç kişiye sorulur ve tartışılır. Bu tartışma sonucunda; öğrencilerin iyi hipotezle ilgili en azından üç unsurun farkında olmaları sağlanabilir: a) Problemi açıklamalı, b) Bir veya daha fazla farklı test ile sınanabilmeli ve c) Basit olmalı.
“Test edilebilirlik” ile ilgili olarak doğa-üstü açıklamaların test edilebilir nitelikte olup olmadığını sorulur ve tartışılır.	Öğrencilerin hipotez kavramını anlamalarını farklı bir problem için uygulamalarını isteyin: “daha önce kullanılan, fakat şimdi yan tarafı üzerine yatırılan ve aşağı bakan tarafı üzerinde üç delik bulunan bir şişe” ve üzerindeki ilave soruları cevaplamalarını istenir.
Öğrencilerin, hipotez ve tahmin arasındaki farkı anlamalarını sağlar ve etkili bir hipotezin nasıl kurulduğunu tartışılır.	Bu ders, tahminlere ve deneysel sonuçlara odaklanarak, daha kısa bir zamanda oldukça basit bir şekilde yapılabilir. Bu şekilde olursa, öğrencilerin zihinlerinde bir tahmin-sonuç ilişkisinden bir sonraki tahmin-sonuç ilişkisine giderken neyin gerçekleştiğini yansıtmaları sağlanır.

Ek. Öğrenci Çalışma Yapağı

İsim:.....

1. Şekilde görölen delikli şişe düzeneğini hazırlayınız.



2. Bant, üstteki ilk delikten uzaklaştırıldığında ne olabileceğı hakkındaki tahminlerinizi yazınız.



3. Şimdi, gerçekte ne olduğunu yazınız.



4. Bu sonucu nasıl açıklarsınız? İki veya üç tane mantıklı açıklama yapınız.

5. Bu açıklamalardan birini, baş tarafında X işareti koyarak seçiniz. Bu olası açıklamaya bağılı olarak, bant ikinci delikten uzaklaştırıldığında ne olabileceğı hakkındaki tahminlerinizi yazınız.



6. Şimdi, gerçekte ne olduğunu yazınız.



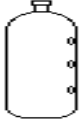
7. Karşılaştığınız sonuç, tahminlerinizi desteklemekte midir?

(Ek 1'in devamı)

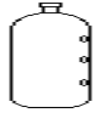
- a) Evetse; bu sonuç, olası açıklamanız (hipoteziniz) hakkında ne düşündürmektedir?
- b) Hayırsa; bu sonuç, hipoteziniz hakkında ne düşündürmektedir?

8. Karşılaştığınız sonuç tahminlerinizi desteklememişse, ikinci bir hipotez ileri sürünüz:

9. Şimdi, kurduğunuz bu yeni hipoteze bağlı olarak, bant her üç delikten de uzaklaştırıldığında ne olabileceği hakkındaki tahminlerinizi yazınız.



10. Şimdi, gerçekte ne olduğunu yazınız.

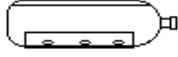


11. Karşılaştığınız sonuç, tahminlerinizi desteklemekte midir?

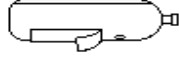
- a) Evetse; bu sonuç, olası açıklamanız (hipoteziniz) hakkında ne düşündürmektedir?
- b) Hayırsa; bu sonuç, hipoteziniz hakkında ne düşündürmektedir?

12. Bu etkinlikler ile bilimin problemleri ne şekilde çözdüğü arasında nasıl bir ilişki olduğunu kısaca yazınız.

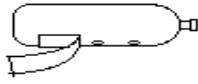
13. Şimdi, şişe üzerindeki deliklerin tümünü bantla kapatarak, delikler aşağıya bakacak şekilde yan yatırınız.



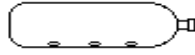
14. Bir önceki etkinlikteki dik şişe için kurduğunuz işleyen hipotezinizi dikkate alarak, bant ilk delikten uzaklaştırıldığında ne olabileceğini hakkındaki tahmininizi yazınız.



15. Şimdi, bant ikinci delikten de uzaklaştırıldığında ne olabileceğini hakkındaki tahmininizi yazınız.



16. Son olarak, bant her üç delikten de uzaklaştırıldığında ne olabileceği hakkındaki tahmininizi yazınız.



17. Eğer mümkünse, öğretmeninizin şişesini kullanarak kurduğunuz hipotezleri test ediniz ve bütün gözlemlerinizi kayıt ediniz.

Etkinlik 9. Hadi Bul Bakalım!

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, “bir bilim insanının sadece topladığı verilerden anlam çıkarmaya çalışması durumunda, hiçbir yere varamayacağı” üzerinde durulur. Bu amaçla bir metin data-show yardımıyla ekrana yansıtılır ve öğrencilere metinden ne anladıkları sorulur. Metindeki cümlelerin ve kelimelerin her biri kendi başına anlamlı olmasına rağmen, metnin bütününden öğrencilerin hiç bir anlam çıkaramadığı fark edildikten sonra, bu metnin bir taşıyla ilgili olduğu öğrencilere söylenir. İkinci durumda öğrenciler tüm cümlelerden bir anlam çıkarabilir. Bu süreçte yaşanan tartışmalar kullanılarak, bilim insanlarının veriyi bağlama yerleştirmek için daha önceki bilgilerini, deneyimlerini ve beklentilerini kullandıkları ve ancak bundan sonra ellerindeki verilerden anlam çıkarabildikleri veya onları yorumlayabildikleri konusu üzerinde vurgu yapılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark
- Bilimin hayâlcî ve yaratıcı doğası

- Bilimin sosyo-kültürel doğası
- Bilimin teori-yüklü doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Bir bilim insanının sadece topladığı verilerden anlam çıkarmaya çalışması durumunda hiçbir yere varamayacağını anlama.
- Bilim insanlarının veriyi bağlama yerleştirmek için daha önceki bilgilerini, deneyimlerini ve beklentilerini kullandıklarını anlama

Süre: 40 dakika

Materyaller: Etkinlik sonunda verilen yazılı metin.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Hava Yastığı ile ilgili etkinlik sonunda verilen metin projektörle yansıtılır. Öğrencilere, metni dikkatli bir şekilde okumalarını ve ne anlama geldiğini açıklamalarını söylenir.	Kelimeler ve cümleler kendi başlarına kolayca anlaşılabilir olsa bile, metni anlamak genellikle zordur – öğrencilere bazı olasılıklar için şaka yoluyla takılın. Bir süre sonra, pasajın bütünüyle basitçe hiçbir anlamı olmadığını ileri sürülür. Kaç tane öğrencinin sizle aynı fikirde olduğunu sorulur. (bunun nedeni, etkinliği mümkün olduğunca farklı yapmaktır)
Bundan sonra, öğrencilere bu metnin “bir taşla” ilgili olduğunu söylenir. Metni tekrar okumalarını ve bazı şeylerin şimdi kendilerine daha anlamlı gelip gelmediğini, ya da, her şeyden önce, kelimelerin ve cümlelerin bir araya gelmesinin mantıklı bir anlamı olup olmadığı sorulur	Öğrencilere, düşündükleri şeyin bu etkinliğin arkasındaki fikir olduğunu söylenir. Gözlediğimiz şeyden anlam çıkarmak ve o gözlemleri nasıl yorumladığımız için bağlam çok önemlidir. Bireysel kelimeler ve cümleler, hatta her biri kendi başına anlaşılabilir olsa da, öğrencilerinize çok az anlamlı gelecektir. Aynı şekilde, bir bilim insanı için, herhangi bir bağlamda sadece verilerin ve olguların toplanması anlam taşımayabilir.
Bazı şeyleri bağlama yerleştirmek için, daha önceki bilgilerimizi, deneyimlerimizi ve beklentilerimizi bir durumun içine koymamız	Sadece toplanan verilerden anlam çıkarmaya çalışmanın bir bilim adamını hiçbir yere götürmeyeceğini vurgulayarak etkinlik

gerekir. Türkçeyi çok iyi anlayan fakat daha önce hava yastığını hiç görmemiş veya duymamış birini düşünün. Öğrencilere, böyle bir insana metnin, taşıtlarda güvenli yolculuk etmekle ilgili olduğu söylene, anlamlı geleceğini bekleyip beklemediklerini sorulur. Biz hava yastığını ya kullanarak veya kullananları izleyerek biliyoruz, dolayısıyla metni anlamlı olarak yorumlayabiliyoruz.	sonuçlandırılır. Bilim insanları, veriyi bağlama yerleştirmek için daha önceki bilgilerini, deneyimlerini ve beklentilerini kullanır. Bilim insanları ancak bundan sonra ellerindeki verilerden anlam çıkarabilir veya onları yorumlayabilir.

Ek: Hava Yastığı Yazısı

Yıllar boyunca korunmayı sağlamak için kullanılan şeylerden biri olmuştur. Her şeye rağmen kullanılması, kimilerine göre yaşam riskini büyük ölçüde ortadan kaldırılabılır. Fakat özellikle küçük yaşta kişiler için korunmayı sağlamadaki yeterliliği hâlâ tartışılıyor. Son on yıldan beri yapılan şeylerin birçoğunun içinde vardır. Yalnızca kullanıcı için değil, diğerlerine yönelik olanları da vardır. Sayıları da her geçen gün biraz daha artmaktadır. İlk bulunduğu gerçekten de dikkatleri hemen üzerine çekmişti. Hele bir düşünün! Ne kadar sert ve her nereye vurulursa vurulsun, karşılaşılan şey hep aynıdır. Bu sayede kişi ciddi anlamda zarar görmekten kurtuluyor. Bu olağanüstü değil mi? İçinde yer alanların hızını en aza indirecek şekilde düşürür. Kendisini harekete geçiren sistemin çalışması için çok sayıda koşulun bir anda gerçekleşmesi lâzım. Fakat yine de sistem her zaman çalışmaz. İçi hızla dolan bir torba ve önemli bölgelere yerleştirilen değişik parçalardan oluşur. Küçük delikleri vardır. Ancak belli bir şiddetle vurulduğunda devreye girer. Fakat güvenli bir yol için yalnızca ona güvenmek çok doğru değildir. Yine de korunmayı sağlayan diğer bir şeyle birlikte kullanılması son derece önemlidir. Birileri için, o gerçekten de yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır!

Etkinlik 10. Kutunun İçinde Ne Var?

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte içinde değişik nesneler ve üzerinde küçük delikler bulunan bir kutu öğrencilere verilerek, öğrencilerden içinde ne olduğunu bulmaları istenir. Etkinlikte öğrencilerin kutuyu sallayarak, içindeki objelerin sesini dinlemeleri, manyetik cisimler kullanarak ve kutu üzerindeki deliklerden gözlem yaparak nesnelerin ne olabileceğini bulmaları ve çizimleri istenir. Etkinlikte üzerinde durulan temel kavram; “bilim insanlarının birçok olayı kısmen gözleyebildikleri veya verinin küçük bir bölümünü gözledikten sonra ne olabileceğiyle ilgili hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak çıkarımda bulunduklarıdır”. Bir atomun yapısı ve dinazorların neye benzedikleriyle ilgili bilgilerin ortaya konulması ile etkinlik arasındaki ilişki açıklanır. Bilimsel bilginin her ne kadar deneylere ve verilere dayansa bile, yine de kesin olmadığı hususu özellikle tartışılır.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark

Etkinliğin Hedefleri

- Bilim insanların birçok olayı kısmen gözleyebildikleri veya verinin küçük bir bölümünü gözledikten sonra ne olabileceğiyle ilgili hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak çıkarımda bulunduklarını kavrama.
- Bilimsel bilginin her ne kadar deneylere ve delile dayansa da, yine de kesin olmadığını fark etme

Materyaller: 4 tane sigara kutusu; 4 metal halka, 4 tane vida ve 4 tane ataç, Kaplama Kâğıdı, Yapıştırıcı.

Hazırlık:

Her bir sigara kutusunun içine, bir metal halka bantla yapıştırılır, içine birer vida, ataç, renkli toplardan konur. Kutunun kapağı kapatılarak üzerinde küçük delikler açılır. Bu delikler, öğrencilerin kutunun içindeki nesnelerin çok az bir kısmını görebilecekleri ve taamını göremeyecekleri kadar küçük olmalıdır.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Kutuların her biri öğrencilere verilir. Bu kutuları incelemeleri ve içinde ne olduğunu araştırmaları istenir.	Her bir öğrenci, sırayla kutuların üzerindeki deliklerden içine bakar ve kutuyu ışığa doğru tutarak içinde ne olduğunu anlamaya çalışır.
Bu incelemeleri için öğrencilere yeterli süre verilir ve en sonunda öğrencilerden çalışma kâğıtlarına kutunun içinde gördükleri şeyin veya şeylerin resimlerini çizmeleri istenir.	Bundan sonra öğrenciler sırayla kutuların içinde olduğunu düşündükleri şeyleri açıklar ve çizimlerini tanıtır.
Bu çizimleri nasıl yaptıkları öğrencilere sorulur. Bu süreçte yaratıcılığın ve hayâl gücünün, gözlemin ve çıkarımın rolünün ne olduğu tartışılır.	Etkinliğin en sonunda, bilim insanların da inceledikleri olayın veya nesnenin tamamını gözleyebilme fırsatına sahip olmadıkları bu nedenle, inceledikleri şeyin gerçekten ne olduğunu hayâl güçleri ve yaratıcılıklarıyla çıkarımda bulundukları açıklanır. Bu şekilde bilimsel bilgilerin % 100 doğru olamayacağı konusu tartışılır. Bu etkinliğin bilimsel bilginin deneysel doğasıyla ilişkisi ayrıca tartışılır.

(Ek 1'in devamı)

Etkinlik 11. Yanan Mum

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte su dolu bir beherin içine konulan mum yakıldıktan sonra üzerine bir başka beher kapatılır. Mumun yavaş yavaş sönmeye başladığı ve sonra öğrencilerin, beherdeki suyun, üzerine kapatılan beherin içine doğru yükseldiğini gözlemesi istenir. Bu deneyden sonra bu olayın nedeni yani mumun neden söndüğü ve suyun neden yükseldiği gibi hususlarda tartışma yapılır. Bu tartışmalarda odaklanılan şey, öğrencilerin kendilerine değişik gelen bir olaydan hareketle, mumun neden söndüğü, olayın havayla ilişkisi irdelenerek gözlem ve çıkarım arasındaki farkı anlamaları hedeflenir.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin deneysel doğası
- Bilimin kesin olmayan doğası
- Bir gözlem ve çıkarım arasındaki fark

Etkinliğin Hedefleri

- Bir şeyi bilmek için onu mutlaka görmek gerekmediğini kavrama.
- Bir gözlem ile çıkarım arasındaki farkı kavrama

Süre: 40 dakika

Materyaller: Mum, Kibrit, Su, Biri büyük ve diğeri küçük iki beher

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Her bir grup için; bir mum ve beherden oluşan düzenek kurulur	
Öğrencilere “şimdi mumu yaktıktan sonra üzerine bir beher kapatırsanız ne olacağını tahmin ediyorsunuz?” sorusu sorulur ve fikirlerini gerekçeleriyle birlikte (Ne olacak? Niçin?) verdiğiniz kâğıda yazmalarını istenir. Hemen sonra, birkaç öğrencinin fikrini sınıfla paylaşması istenir.	Bunu yapın ve gözlemlerini dikkatli bir şekilde kayıt etmeleri sağlanır. Birkaç öğrencinin yaptığı gözlemi sınıfla paylaşması için fırsat verilir ve bunu “aynı olayın gözlenmesine rağmen farklı gözlem notlarının alınmasının” bilim ile ilişkisi kurmakta kullanılır.
Tahminleri ile gözledikleri şeyin aynı olup olmadığını ve eğer aynı değilse neden böyle olduğunu düşünmeleri istenir. Birkaç öğrencinin fikrini aldıktan sonra grup çalışması yaparak olayı incelemeleri ve tartışmaları için fırsat verilir.	

Her bir gruptaki öğrencilerin olayla ilgili yaptıkları açıklamalardan - çıkarımlardan – hareketle, “kabın içinde hava olduğunu nereden biliyorsunuz, bunun için deliliniz var mı?” gibi sorularla olayı zenginleştirilir. “Bir şeyi görmeden onu nasıl bilebiliriz?” sorusu sorulur.	
“Kavanozun içindeki sıvının yükselmesi” ile ilgili olarak, bunun nedeni sorulur.	
“Kavanozun üst kısmında su damlaları olup olmadığı ile bunun nedeni sorulur.	
Kurulan hipotezlerin nasıl test edilebileceği hakkında sorular sorulur.	Bu etkinlik ile bilimde tahmin etme, gözlem yapma, çıkarımda bulunma, hipotez kurma arasındaki ilişki üzerine tartışılır.

Etkinlik 12. Bir Bilim İnsanı Resmi

Kısa Bilgi: Bu etkinlikte, katılımcı öğrencilerin bir bilim insanıyla ilgili sahip oldukları algıları resmetmesi, çizimlerinde betimledikleri özellikleri nitel olarak değerlendirerek, bunların kökenlerinin tartışılması üzerinde odaklanılır. Etkinlikte incelenen temel kavram; “toplumun bilim insanı algısının önyargılı olduğu ve bu durumun doğru olmayan sonuçlara yol açtığıdır”. Bu etkinlik sonunda öğrencilerin; bilim insanı algılarındaki doğru olmayan örnekleri, sahip oldukları bazı önyargı kaynaklarını belirlemeleri ve kendileri gibi olan insanların bilim insanı olduğunu düşünebilmeleri gibi davranışları kazanmaları hedeflenir. Etkinlikte öğrencilerden bir bilim insanı resmi yapmaları ve bunu sınıfta tanıtmaları istenir. Bundan sonra çizilen resimlerde bilim insanlarında bulunduğu düşünülen özelliklerin bir listesi yapılarak, bunların kökeni hakkında tartışma yapılır. Bundan sonra kendilerine bilim insanlarının gerçek resimlerinin ve önemli buluşlarının yer aldığı bazı dokümanlar verilerek, bilim insanlarının özellikleriyle ilgili yeni bilgileri kullanarak yeni bir liste hazırlanmaları istenir. Her iki liste daha sonra sınıfta karşılaştırılarak; bilim insanları hakkındaki fikirlerin nereden geldiği, bilim insanları hakkındaki fikirlerin geçerli olup olmadığı ve bilim insanları hakkındaki fikirlerinin bilim hakkındaki fikirlerini nasıl etkilediği konularında detaylı tartışmalar yapılır. Ev ödevi olarak öğrencilerden, neden bilim insanı olmak istedikleriyle ilgili bir sayfalık yazı yazmaları istenir.

Etkinlikte Vurgulanan Bilimin Doğası Unsuru

- Bilimin sosyo-kültürel doğası

Etkinliğin Hedefleri

- Toplumun bilim insanı algısının önyargılı olduğunu ve bu durumun doğru olmayan sonuçlara yol açtığını fark etme.
- Bir bilim insanı resmi çizme
- Bilim insanlarının gerçek özelliklerini kavrama

Süre: 40 x 2 = 80 dakika

Materyaller: Bilim Çocuk dergileri, resim kâğıtları, renkli boyalar.

Etkinliğin Uygulanması

İşlem Basamağı	Niçin Yapılıyor?
Öğrencilerden her birine birer resim yapma kâğıdı verilir. Bu kâğıtları kullanarak bir bilim insanı resmi yapması istenir.	

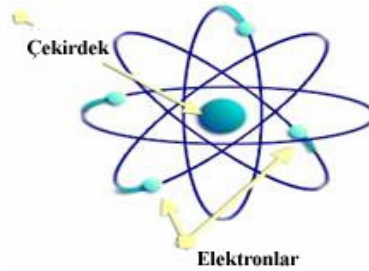
Bu iş bittiğinde, öğrencilerden çizdikleri resimleri duvara veya tahtaya asmaları ve çizdikleri bilim insanlarını tanıtmalarını istenir.	Bu arada, yapılan açıklamalar boyunca öğrencilerin bu özellikleri listelemelerini sağlanır. Mesela, öğrencilerin ortaya koyduğu özelliklerden bazıları şunları içerebilir: a. cinsiyet (bayan veya erkek) b. Etnik köken c. Gözlüklü d. Laboratuarda e. Kalem/cep koruyucu f. Laboratuvar aparatlarını gösterimi g. "Çılgın" veya düzensiz saçlar vs.
Bu basmakalıp özelliklerin kökenlerini tartışılır. Mesela neden bilim insanların gözlüklü veya erkek olduğunu düşünüyorsunuz? sorusu sorulur.	
Bilim çocuk dergileri vererek içindeki bilim insanı resimlerini incelemeleri istenir.	
Bu incelemeler sonunda öğrencilerden yeni birer bilim insanı resmi çizmeleri ve özelliklerini listelemeleri istenir.	
Öğrencilerden, yeni gözlemleriyle ilgili yaptıkları listeyi, bir önceki günkü derste ileri sürülen sınıf verileriyle karşılaştırmalar istenir.	
Bu aşamada, basmakalıp bilim insanı algılarının bilim insanları üzerindeki etkisini tartışmaları istenir.	
Bütün öğrencilere kendi yansımalarını göstermek için bir ayna alınır ve hepsinin birer bilim insanı olabileceğini ima edilir.	
Bilim insanları hakkındaki fikirlerin bir bütün olarak bilim hakkındaki fikirlerini nasıl etkilediği tartışılır.	
Öğrencilerden bir arkadaşlarına mektup yazarak neden bir bilim insanı olabileceklerini açıklamaları istenir.	

Ek 2. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi

1. Bilim insanları bilimsel bilgi üretir ve bu bilgilerin bazıları fen kitaplarınızda vardır.

- (a) Bu bilgilerin gelecekte değişebileceğini düşünüyor musunuz?
- (b) Eğer cevabınız “evet” ise; niçin olduğunu açıklayınız. Eğer cevabınız “hayır” ise, niçin olduğunu açıklayınız. Bir örnek veriniz.

2. Alttaki diyagram fen kitabınızdan alınmıştır. Bu diyagram atomların merkezlerinde bir çekirdek olduğunu ve etrafında elektronların hareket ettiğini göstermektedir.



Bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olduğunu düşünüyor musunuz? Neden veya Neden olmasın?

3. Dinozorlar milyonlarca yıl önce yaşamıştır.

- (a) Bilim insanları dinozorların gerçekten var olduğunu nasıl bilirler?
- (b) Bilim insanları dinozorların neye benzediğini açıklarken hangi delilleri kullanırlar?
- (c) Bilim insanlarının dinozorların neye benzedikleri konusunda emin olduklarını düşünüyor musunuz? Bu konuyla ilgili olarak bilim insanlarını emin veya şüpheli yapan şey nedir?

4. Hayâl gücü sizin için ne anlam ifade etmektedir? Bir örnek veriniz.

5. Yaratıcılık sizin için ne anlam ifade etmektedir? Bir örnek veriniz.

6. Bilim insanları araştırmalar /deneyler yaparak sorularına cevap bulmaya çalışır. Bilim insanlarının araştırmalarında/deneylerinde hayâl güçleri ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyor musunuz? Bir örnekle cevabınızı açıklayın.

Ek 3. Bilimin Doğası Öğretmen Anketi

6. Bilim ne demektir? Bilimi (veya fizik, biyoloji gibi bir bilimsel alanı) diğer araştırma alanlarından (örneğin, din ve felsefe) farklı yapan şey nedir?
7. Bir deney ne demektir?
8. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneylere ihtiyaç var mıdır?
 - Evetse, niçin? Fikrinizi destekleyen bir örnek veriniz.
 - Hayırsa, niçin? Fikrinizi desteleyen bir örnek veriniz.
9. Bilim insanları bilimsel bir teori geliştirdikten sonra (örneğin atom teorisi, evrim teorisi) teori hiç değişebilir 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 harcadığınızı açıklayınız? Cevabınızı örneklerle savununuz.
10. Bilimsel bir teori ve bilimsel bir yasa arasında fark var mıdır? Bir örnek veriniz.
11. 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?
11. 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 olmaktadır? Bilim insanlarının bir türün ne olduğuna karar vermek için hangi özel delillere sahip olduğunu düşünüyorsunuz?
12. 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?
13. Bazı insanlar, bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini iddia etmektedir. Yani, bilim sosyal ve politik değerleri, felsefi varsayımları ve üretildiği kültürün akla uygun normlarını yansıtmaktadır. Diğerleri ise, bilimin evrensel olduğunu iddia etmektedir. Yani, bilim ulusal ve kültürel sınırları aşmaktadır ve sosyal, politik ve felsefi değerlerden ve üretildiği kültürün akla uygun normlarından etkilenmemektedir.

(Ek 3'ün devamı)

- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız, niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.
- Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.

14. Bilim insanları, ileri sürdükleri sorulara cevap bulmaya çalışırken deneyler ve araştırmalar yapmaktadır. Bilim insanları bu araştırmaları boyunca yaratıcılıklarını ve hayâl güçlerini kullanmakta mıdır?

- Evetse, araştırmanın hangi aşamasında - planlama ve düzenleme, veri toplama, veri topladıktan sonra - bilim insanlarının hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyorsunuz? Bilim insanlarının neden hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını örnekler vererek açıklayınız.
- Eğer bilim insanlarının hayâl güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünüyorsanız, nedenini örneklerle açıklayınız.

Ek 4. Fenne Karşı Tutum Anketi

Sevgili Öğrenciler,

Bu anket, bir sınav değildir ve sadece fen bilgisi derslerine karşı sahip olduğunuz tutumları ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bundan dolayı, aşağıdaki sorulara vereceğiniz cevaplar, kesinlikle gizli tutulacak ve izniniz olmadan hiç kimseye asla gösterilmeyecektir. Her bir soruyu dikkatli bir şekilde okumanız ve cevabınızı uygun olan yere (X) işaretini koyarak ifade etmeniz istenmektedir. Lütfen, anketteki hiçbir soruyu boş bırakmayınız.

1) Feni seviyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

2) Fenin önemli olduğunu düşünüyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

3) Fenle uğraşırken rahatladığımı hissediyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

4) Fenle ilgili verilen ödevleri/ev ödevlerini seviyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

5) Fen dersleri beni sıkıyor.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

6) Fenden korkuyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

7) Feni sevmiyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

8) Fenin önemli olmadığını düşünüyorum.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

9) Fen hoşlandığım bir derstir.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

10) Fen kolay bir derstir.

Kesinlikle Katılıyorum () Katılıyorum () Bir Fikrim Yok () Katılmıyorum () Kesinlikle Katılmıyorum ()

Ek 5. Bilimsel Bilgi Anketi

Bu anket, bilimin doğası ve bazı temel bilimsel kavramlar hakkındaki bilgilerinizi kontrol etmek için hazırlanmıştır. Bu anketteki sorulara vereceğiniz cevaplar hiçbir şekilde ders notunuzu etkilemeyecektir. Bu nedenle, aşağıdaki maddelerin her birini dikkatli bir şekilde okumanızı ve fikrinizi; Katılıyorum, Bir Fikrim Yok veya Katılmıyorum ifadelerinden birini işaretleyerek (X) belirtmenizi istiyoruz. Bu anketteki sorulara vereceğiniz dürüst ve samimi cevaplarınız için şimdiden teşekkür ediyoruz.

	Katılıyorum [Evet]	Bir Fikrim Yok	Katılmıyorum [Hayır]
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 insanların önyargıları, yapacakları çalışmaları etkiler.			
5. Bilim insanların hayâl 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 insanların 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 insanların 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 6. Bilimin Doğası Öğrenci Anketi İçin İzin Belgesi

Kimden:	Rola Khishfe 		
Kime:	mehmetkucuk@tused.org 		
Konu:	Re: NOS Questionnaire		
Tarih:	19-04-05 12:45		
Ekler:	Ad (İndir)	Boyut	Tür
	NOS Questionnaire.doc 	49Kb	application/msword

Dear Mehmet,

I have attached the NOS questionnaire that was used in my study. I would suggest you use the questionnaire as a paper and pencil and then follow it by interviews to a sample of students. In the interviews, you can ask students to explain and elaborate on their responses and give examples.

Pls let me know if you still have any questions or concerns

Rola

Rola Khishfe, Ph.D.

Assistant Professor, School of Education

Loyola University Chicago

820 N. Michigan Avenue, 11th Floor

Chicago, IL 60611

312-915-6715

>>> Rola Khishfe 4/18/2005 3:29 PM >>>

Dear R. Khishfe,

I am a research student in Science Education Department at the University of Kradeniz Technical, Turkey. My research interests include the teaching and learning about the nature of science for primary school students. Parallel to my interests, I will conduct a small scale study (as piloting of a larger study) at a primary school with 17 seventh grades students. In this study, in order to assess the participants' understandings of the NOS I want to use a questionnaire which you have used in a study named "influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science" Journal of Research In Science Teaching, v. 39, n. 7, pp. 551-578, 2002. However, I will use it as a pencil and paper instrument, instead, combining with several other questions, and I will use its questions as the questions of a semi-structured interview. Thus, I need that questionnaire including all questions, and if you send it to me, at this point, I felt a need to take permission from you and I would appreciate your comments and suggestions about the use of the questionnaire and the paper itself.

Sincerely Yours,

Mehmet Küçük

Karadeniz Technical University

Artvin Faculty of Education

Department of Primary Education

08000 Artvin / TURKEY

E-mail: mehmetkucuk@tused.org

Phone: +90-466- 212 66 90

Fax: +90-466 212 82 34

Ek 7. Bilimin Doğası Öğretmen Anketi İçin İzin Belgesi

Kimden:	Fouad Abd-El-Khalick 
Kime:	Mehmetkucuk 
Konu:	Re: Permission about VNOS-Form C
Tarih:	10-06-05 04:40

Dear Mehmet, thanks for your interest in my work. You have my permission to use the VNOS-C and the activities that we developed in your research as long as you give due credit. Also, please note that if you are going to use any of the activities as is in a publication, you need permission from the publisher. However, my guess is that you need to use these for research purposes and this should be okay. Best, Fouad

>>> Fouad Abd-El-Khalick 6/8/2005 07:29 >>>

Fouad Abd-El-Khalick, PhD
Associate Professor of Science Education
University of Illinois at Urbana-Champaign
311 Education Building
1310 South Sixth Street
Champaign, IL 61820

Phone: (217) 244-1221
Fax: (217) 244-4572
E-mail: fouad@uiuc.edu

Dear Abd-El-Khalick,

I am a research assistant and also a doctoral student in science education department at Karadeniz Technical University. I am studying seventh grades of students' and also a science teachers' understanding of science and trying to develop NOS activities. In this context I want to use the figures and pictures related to NOS, which was presented in a book (Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding De-Natured Science: Activities that promote understanding of science. In W. McComas (Ed.), The nature of science in science Education: Rationales and strategies. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.) Written by you and Mr. N. G. Lederman. I also want to use Views of Nature Science Questionnaire, Form C (VNOS-Form C) in order to determine the science teachers' NOS concepts. I want you to give permission about this. Please inform me. Thank you.

Best Wishes!

--

Mehmet Küçük
Karadeniz Technical University
Artvin Faculty of Education
Department of Primary Education
08000 Artvin / TURKEY
E-mail: mehmetkucuk@tused.org
Phone: +90-466- 212 66 90
Fax: +90-466 212 82 34

Ek 8. Tutum Anketi Faktör Analizi (Döndürülmüş Temel Bileşenler Analizi) Sonuçları

Factor Analysis

Communalities

	Initial	Extraction
M1	1,000	,516
M2	1,000	,802
M3	1,000	,658
M4	1,000	,339
M5	1,000	,713
M6	1,000	,622
M7	1,000	,503
M8	1,000	,606
M9	1,000	,494
M10	1,000	,833

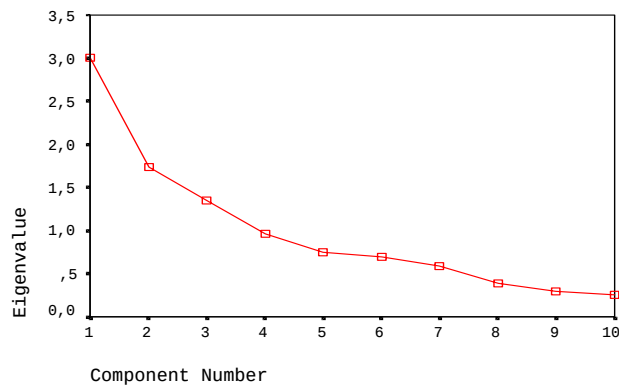
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,009	30,088	30,088	3,009	30,088	30,088	2,505	25,050	25,050
2	1,736	17,358	47,446	1,736	17,358	47,446	1,921	19,214	44,264
3	1,343	13,431	60,877	1,343	13,431	60,877	1,661	16,613	60,877
4	,961	9,614	70,491						
5	,746	7,459	77,950						
6	,690	6,901	84,851						
7	,585	5,854	90,705						
8	,383	3,829	94,534						
9	,292	2,920	97,454						
10	,255	2,546	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Scree Plot



Component Matrix ^a

	Component		
	1	2	3
M5	,719	-,441	3,0E-02
M8	,719	-,250	,167
M6	,624	-,322	,358
M1	,586	,379	-,173
M7	,565	-,422	-7,E-02
M4	,545	,190	7,7E-02
M9	,523	,356	-,307
M3	,259	,767	5,2E-02
M2	,426	,125	-,778
M10	,323	,536	,665

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Rotated Component Matrix ^a

	Component		
	1	2	3
M5	,825	,166	-7,E-02
M6	,760	-6,E-02	,201
M8	,748	,159	,148
M7	,667	,165	-,176
M4	,340	,331	,337
M2	7,9E-02	,834	-,318
M9	,137	,664	,185
M1	,206	,615	,309
M10	,109	-4,E-02	,905
M3	-,218	,460	,631

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3
1	,789	,544	,286
2	-,567	,464	,681
3	,238	-,699	,674

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Ek 9. Tutum Anketi Güvenirlik Analizi SPSS Sonuçları

Reliability

***** Method 2 (covariance matrix) will be used for this analysis *****

—

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

		Mean	Std Dev	Cases
1.	M1	4,7941	,4104	34,0
2.	M2	4,6471	,5440	34,0
3.	M3	3,9706	,9996	34,0
4.	M4	4,5588	,7046	34,0
5.	M5	4,2647	1,0818	34,0
6.	M6	3,1471	1,2823	34,0
7.	M7	3,8824	1,4092	34,0
8.	M8	4,2059	1,2005	34,0
9.	M9	4,4412	,9906	34,0
10.	M10	3,5882	1,2338	34,0

N of Cases = 34,0

Item Means	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
4,1500	3,1471	4,7941	1,6471	1,5234	,2617	

Reliability Coefficients 10 items

Alpha = ,6999 Standardized item alpha = ,7269

Ek 10. Bilimsel Bilgi Anketi Faktör Analizi (Döndürülmüş Temel Bileşenler Analizi) Sonuçları

Factor Analysis

Communalities

	Initial	Extraction
M1	1,000	,733
M2	1,000	,719
M3	1,000	,658
M4	1,000	,885
M5	1,000	,515
M6	1,000	,823
M7	1,000	,807
M8	1,000	,750
M9	1,000	,862
M10	1,000	,620
M11	1,000	,619
M12	1,000	,631
M13	1,000	,629
M14	1,000	,811
M15	1,000	,778
M16	1,000	,779

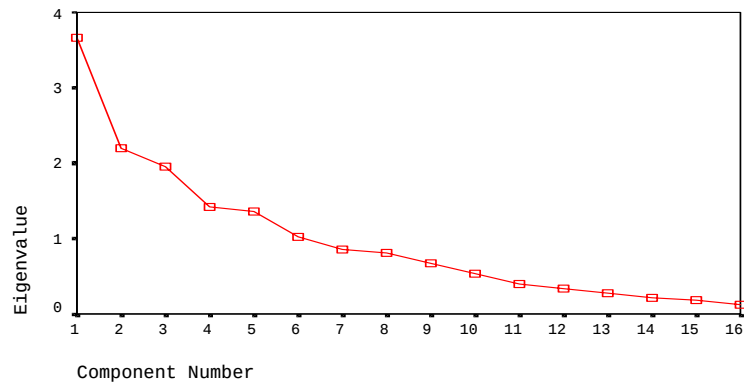
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,669	22,929	22,929	3,669	22,929	22,929	3,299	20,621	20,621
2	2,194	13,714	36,644	2,194	13,714	36,644	1,894	11,837	32,458
3	1,960	12,249	48,892	1,960	12,249	48,892	1,748	10,927	43,384
4	1,422	8,886	57,779	1,422	8,886	57,779	1,673	10,454	53,838
5	1,356	8,474	66,252	1,356	8,474	66,252	1,553	9,705	63,543
6	1,018	6,365	72,618	1,018	6,365	72,618	1,452	9,074	72,618
7	,848	5,297	77,915						
8	,804	5,024	82,938						
9	,674	4,215	87,153						
10	,527	3,294	90,448						
11	,394	2,461	92,909						
12	,336	2,097	95,006						
13	,277	1,732	96,737						
14	,214	1,338	98,075						
15	,180	1,128	99,203						
16	,127	,797	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Scree Plot



Component Matrix ^a

	Component					
	1	2	3	4	5	6
M7	,768	2,8E-02	-,201	-,226	-,107	-,338
M1	,765	-,132	-,216	-,289	3,1E-03	-3,E-02
M11	,747	-1,E-01	-,192	-9,E-02	6,8E-02	1,2E-02
M3	,722	,289	-,174	4,2E-02	-3,E-02	,148
M16	,627	,484	-,109	3,1E-02	-,372	1,3E-02
M12	,531	,160	,516	,213	-,108	-1,E-03
M4	-2,E-02	,813	,201	,323	2,2E-02	,281
M14	,234	-,536	,535	-,112	-,318	,263
M10	,240	-,511	-,271	,266	8,2E-02	,388
M6	,349	,400	,566	-,139	,332	,302
M13	,255	-,171	,544	,270	,358	-,194
M9	-,189	,200	-,205	-,707	5,6E-03	,495
M2	,470	-,203	-,365	,539	-9,E-02	,162
M15	-2,E-02	,423	-,443	6,1E-02	,605	-,182
M8	,428	-,291	,288	-,334	,525	-,107
M5	3,4E-02	-,281	-,241	,211	,439	,373

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 6 components extracted.

Rotated Component Matrix ^a

	Component					
	1	2	3	4	5	6
M7	,861	-,136	-3,E-02	,122	-,147	,106
M1	,800	-,110	7,5E-02	,226	,125	-9,E-02
M11	,727	-6,E-03	2,3E-02	,193	,227	3,5E-02
M3	,712	,348	-8,E-02	-4,E-02	,154	4,4E-03
M16	,707	,388	1,2E-02	-,315	-,169	3,6E-02
M4	-1,E-01	,852	-,253	-,267	-,120	2,4E-02
M6	,115	,740	7,1E-02	,490	-9,E-02	-9,E-02
M12	,317	,493	,316	,160	-,106	,387
M15	6,5E-02	7,3E-02	-,866	,107	7,4E-02	-4,E-02
M14	4,0E-02	-1,E-02	,863	,231	9,9E-02	4,5E-02
M8	,253	-6,E-02	5,2E-02	,822	6,1E-02	2,4E-02
M10	,132	-,160	,177	-1,E-02	,738	3,7E-02
M5	-9,E-02	-2,E-02	-,156	,168	,671	-6,E-02
M2	,405	-5,E-04	1,1E-02	-,286	,600	,337
M9	-1,E-02	6,2E-02	-1,E-02	2,5E-02	-5,E-02	-,924
M13	-4,E-02	,192	,116	,530	4,2E-02	,542

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 8 iterations.

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3	4	5	6
1	,902	,211	,140	,231	,169	,200
2	,102	,678	-,488	-,269	-,445	-,146
3	-,303	,448	,542	,459	-,352	,281
4	-,193	,249	-,106	-,375	,430	,751
5	-,178	,099	-,588	,715	,319	,013
6	-,123	,473	,303	-,106	,602	-,544

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Ek 11. Bilimsel Bilgi Anketi SPSS Güvenirlik Analizi Çıktıları

Reliability

***** Method 2 (covariance matrix) will be used for this analysis *****

—

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

		Mean	Std Dev	Cases
1.	M1	2,9412	,2388	34,0
2.	M2	2,7353	,5672	34,0
3.	M3	2,5882	,5569	34,0
4.	M4	2,5000	,6629	34,0
5.	M5	2,6176	,6520	34,0
6.	M6	1,8824	,8077	34,0
7.	M7	2,7941	,4786	34,0
8.	M8	2,4706	,7481	34,0
9.	M9	2,2059	,8449	34,0
10.	M10	2,5000	,6629	34,0
11.	M11	2,6471	,5440	34,0
12.	M12	2,0882	,7535	34,0
13.	M13	2,2353	,7410	34,0
14.	M14	2,0000	,7785	34,0
15.	M15	2,5294	,6147	34,0
16.	M16	2,3824	,6520	34,0

N of Cases = 34,0

Item Means	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
2,4449	1,8824	2,9412	1,0588	1,5625	,0870	

Reliability Coefficients 16 items

Alpha = ,5775 Standardized item alpha = ,6522

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Trabzon'un Şalpazarı ilçesine bağlı Üzümlü Köyü'nde doğdu. İlkokulu Köyde, ortaokulu Şalpazarı'nda, liseyi, Artvin Anadolu Öğretmen Lisesinde bitirdi. 1995–1999 yılları arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programından mezun oldu. 1999 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve aynı yıl Fatih Eğitim Fakültesi'ne araştırma görevlisi olarak atandı. 2002 yılında “Hizmet İçi Aksiyon Araştırması Kurs Programının Fen Bilgisi Öğretmenlerine Uygulanması: Bir Örnek Olay Çalışması” isimli tez ile yüksek lisansını tamamladı ve doktora başladı. Fatih Eğitim Fakültesi'nde dört yıl çalıştıktan sonra, 2004 yılında KTÜ Artvin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü'ne öğretim görevlisi olarak atandı. Hâlen bu görevini sürdürmektedir. 2003 yılında evlenen araştırmacının şu anda bir kız çocuğu vardır.