

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**BİLİMİN DOĞASININ KAVRAMSAL DEĞİŞİM PEDAGOJİSİ VE DOĞRUDAN
YANSITICI YAKLAŞIM İLE ÖĞRETİLMESİ: IŞIK ÜNİTESİ ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Emine ÇİL

ARALIK 2010
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**BİLİMİN DOĞASININ KAVRAMSAL DEĞİŞİM PEDAGOJİSİ VE DOĞRUDAN
YANSITICI YAKLAŞIM İLE ÖĞRETİLMESİ: IŞIK ÜNİTESİ ÖRNEĞİ**

Emine ÇİL

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Fen Bilgisi Eğitimi)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.11.2010
Tezin Savunma Tarihi : 27.12.2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Muammer ÇALIK
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Suat ÜNAL
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mansur HARMANDAR

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Bilimin doğasını öğretmek uzun yıllardan beri fen eğitiminin temel amaçlarından biri olmuştur. Ancak öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkında zayıf kavramlara sahip olduklarını, okullardaki fen eğitiminin konu ve bilimsel süreç becerileri ağırlıklı olarak sürdürüldüğüne ve bilimin doğasına uygulamalarda yeterince yer verilmediğine işaret eden çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle bilimin doğasının etkili bir şekilde öğretildiği, bilimin doğası öğretimine yer vermenin okul konularının öğrenilmesine engel olmadığı hatta tam tersine katkı sağladığı uygulamalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma Işık ünitesi bağlamında, bilimin doğasını öğretme amaçlı kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarıyla zenginleştirilen iki öğretim materyali ile Milli Eğitim Bakanlığı tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Danışmanlığımı üstlenerek her konuda yardım ve desteğini esirgemeyen,engin bilgi ve deneyimlerinden her zaman yararlandığım değerli hocam, sayın Prof. Dr. Salih ÇEPNİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Mesleki ve kişisel tecrübeleri ile tez çalışmasının bütün aşamalarında yol gösteren Doç. Dr. Muammer ÇALIK'a, görüş ve önerilerinden yararlandığım Doç. Dr. Suat ÜNAL'a teşekkür ederim. Tez konusuna karar verilmesinde ve öğretim materyallerinin geliştirilmesinde katkı sağlayan Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK'e, verilerin analizinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mehmet PALANCI'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Veri toplama araçlarının geliştirilmesinde görüşlerinden faydalandığım Yrd. Doç. Dr. Tuncay ÖZSEVGECİ, Yrd. Doç. Dr. Esra KELEŞ, Fen ve Teknoloji Öğretmenleri Ayşegül CİHAN, Semiha KANDEMİR ve Mustafa KURT'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Öğretim materyallerinin geliştirilmesinde Ali DEĞERMENCİ ve İsmail UZUN' a, veri toplama araçları ve kitaplarda kullanılan resimlerin çiziminde Büşra DERTLİOĞLU ve Zeynep SEYMEN'e teşekkür ederim. Uygulama öğretmenleri Öznur BEKİRCAN ve Mediha AYDIN başta olmak üzere Yıldızlı TOKİ İÖO öğretmen ve idarecilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm hayatım boyunca beni destekleyen, varlıklarından güç aldığım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Emine ÇİL
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi	9
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	13
1.4. Araştırmanın Amacı	19
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Kabulleri.....	20
1.6. Araştırmanın Varsayımları	22
1.7. Konuyla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	23
1.7.1. Bilimin Doğası İle İlgili Genel Bilgiler	23
1.7.1.1. Bilimin Doğası Öğretim Yaklaşımları.....	28
1.7.1.1.1. Dolaylı Yaklaşım	29
1.7.1.1.2. Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım	29
1.7.1.1.3. Tarihsel Yaklaşım.....	30
1.7.1.1.4. Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Yaklaşımı İçinde Ele Alınması	33
1.7.2. Kavramsal Değişim Yaklaşımı ile İlgili Genel Bilgiler	33
1.7.2.1. Kavramsal Değişim Metinleri	36
1.7.3. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	37
1.7.3.1. Bilimin Doğasıyla İlgili Yapılan Çalışmalar	38
1.7.3.2. Işık Konusunda Yapılan Çalışmalar	88
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	106
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	106
2.2. Araştırmanın Yöntemi	108
2.3. Araştırmanın Örneklemi	110

2.3.1.	Çalışmaya Katılan Öğretmenlerin Özellikleri	113
2.4.	Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi	114
2.4.1.	Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi	115
2.4.2.	Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar	121
2.4.3.	Yansıtıcı Yazılar	123
2.4.4.	Işık Ünitesi Kavram Testi	124
2.4.5.	Işık Ünitesi Başarı Testi	129
2.4.6.	Yapılandırılmamış Gözlemler	134
2.4.7.	Testlerin Kapsam Geçerliğinde Görüşleri Alınan Uzman Grubu	135
2.5.	Verilerin Analizi	138
2.5.1.	Bilimin Doğası Unsurlarına İlişkin Verilerin Analizi	138
2.5.2.	Işık Ünitesi Kavram Testi'nin Analizi	140
2.5.3.	Işık Ünitesi Başarı Testi'nin Analizi	143
2.6.	Hazırlık Aşaması	144
2.6.1.	Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi	144
2.6.2.	Öğretmenler ile Yapılan Çalışmalar	147
2.7.	Pilot Uygulama	148
2.7.1.	Çalışma Takvimi	149
2.7.2.	Bilimin Doğası Etkinlikleri ve KDMnde Yapılan Değişiklikler	150
2.7.3.	Yansıtıcı Yazılarda Yapılan Değişiklikler	152
2.7.4.	Öğrenci Ders ve Çalışma Kitaplarında Yapılan Değişiklikler	152
2.8.	Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyallerinin Tanıtılması	154
2.8.1.	Bilimin Doğası Kavramsal Değişim Metinlerinin Tanıtılması	154
2.8.2.	Kavramsal Değişim Metinlerinin Uygulanışı	158
2.8.3.	Bilimin Doğası Etkinliklerinin Tanıtılması	160
2.8.4.	Bilimin Doğası Etkinliklerinin Uygulanışı	162
2.8.5.	Öğrenci Ders Kitaplarının Tanıtılması	163
2.8.6.	Öğrenci Çalışma Kitaplarının Tanıtılması	165
2.8.7.	Öğretmen Kılavuz Kitaplarının Tanıtılması	166
2.8.8.	Kontrol Grubu Öğretim Materyallerinin Tanıtılması	167
2.9.	Asıl Uygulama	176
3.	BULGULAR	180
3.1.	Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Bulgular	183

3.1.1.	Öğretim Öncesinde Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşler ile İlgili Bulgular	183
3.1.2.	Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğretilmesinin Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşlere Etkisiyle İlgili Bulgular	207
3.1.3.	Bilimin Doğasının Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğretilmesinin Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşlere Etkisiyle İlgili Bulgular	215
3.1.4.	Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Bilimin Doğası Unsurlarıyla İlgili Son Görüşleri ile İlgili Bulgular	223
3.1.5.	Her Üç Grup Öğrencilerinin Öğretim Uygulamaları Sonrasında Bilimin Doğası Unsurları ile İlgili Görüşleri	230
3.1.6.	Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğretilmesinin Bilimin Doğası ile İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi	232
3.1.7.	Bilimin Doğasının Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğretilmesinin Bilimin Doğası ile İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi	239
3.1.8.	Mevcut Kitap Setinin Bilimin Doğası ile İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi	245
3.1.9.	Her Üç Grup Öğrencilerinin Bilimin Doğası Unsurları ile İlgili Görüşlerinin Kalıcılığı	251
3.2.	Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Bulgular	253
3.2.1.	Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulama Öncesinde Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular	253
3.2.2.	Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulama Sonrasında Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular	255
3.2.3.	Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamalardan Uzun Süre Sonra Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular	257
3.2.4.	Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	259
3.2.5.	Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	261
3.2.6.	Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	263
3.3.	Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Bulgular	264
3.3.1.	Uygulamalar Öncesinde Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular	265
3.3.2.	Uygulamalar Sonrasında Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular	266

3.3.3.	Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamadan Uzun Süre Sonra Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular	267
3.3.4.	Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	268
3.3.5.	Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	270
3.3.6.	Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	271
3.3.7.	Işık Ünitesinde Öğrencilerde Yaygın Alternatif Kavramlara Örnekler.....	272
3.4.	Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Bulgular.....	275
3.4.1.	Uygulamalar Öncesinde Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular	275
3.4.2.	Uygulamalar Sonrasında Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular	276
3.4.3.	Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamalardan Uzun Süre Sonra Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular	276
3.4.4.	Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Akademik Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	277
3.4.5.	Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Akademik Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	279
3.4.6.	Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Akademik Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular	281
4.	TARTIŞMA.....	283
4.1.	Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Tartışma	283
4.1.1.	Bilimin Doğasının Geçici Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	283
4.1.2.	Bilimin Doğasının Deneysel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	289
4.1.3.	Bilimin Doğasının Öznel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	292
4.1.4.	Bilimin Doğasının Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	296
4.1.5.	Bilimin Doğasının Sosyal ve Kültürel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	301
4.1.6.	Bilimin Doğasının Çıkarıma Dayalı Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması	304
4.2.	Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Tartışma	307

4.3.	Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Tartışma	311
4.3.1.	Işığın Tanımlanması ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	312
4.3.2.	Işık Hızı ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	313
4.3.3.	Renkler ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	317
4.3.4.	Mercekler ve Orman Yangınları ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	322
4.3.5.	Denizlerin ve Gökyüzünün Mavi Görünmesi ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	324
4.3.6.	Işığın Kırılması ve Tam Yansıma ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	326
4.3.7.	Görme Olayı ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması	328
4.4.	Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Tartışma	333
5.	SONUÇLAR	336
5.1.	Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Sonuçlar	336
5.2.	Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Sonuçlar	337
5.3.	Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Sonuçlar	338
5.4.	Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Sonuçlar	339
6.	ÖNERİLER	341
6.1.	Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler	341
6.2.	Araştırmacının Kendi Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri	344
7.	KAYNAKLAR	347
8.	EKLER	368

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bilimin doğasının anlaşılması fen eğitiminin temel amaçlarından biridir. Birçok öğretim uygulamasının bu amacı gerçekleştirmede yetersiz kaldığı veya sınırlı etkiye sahip olduğu, bilimin doğası öğretiminde yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Bu tezin amacı; bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi, doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve Milli Eğitim Bakanlığı kitabının etkilerini irdelemektir. Çalışma 7. sınıf Işık ünitesinde, 66 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem ile yürütülen çalışmanın verileri Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi, Işık Ünitesi Kavram Testi, Işık Ünitesi Başarı Testi, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve yansıtıcı yazılar ile toplanmıştır. Bilimin doğası ile ilgili görüşler yeterli, değişken ve zayıf kategorisinde analiz edilmiştir. Kavramsal değişim ve akademik başarı ile ilgili verilerin analizinde Kruskal-Wallis ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Alternatif kavramlar ile ilgili verilerin analizinde ise frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Bilimin doğasının kalıcı bir şekilde öğretilmesinde en etkili yolun kavramsal değişim pedagojisi olduğu tespit edilmiştir. İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerin elde edilmesinde bilim insanlarının fiziksel olarak aktif olmalarını gerektiren noktalara ağırlık verdikleri, bilim insanları tarafından kullanılan zihinsel süreçleri ihmal ettikleri belirlenmiştir. Her üç uygulamanın da ışık ünitesindeki kavramsal değişime olumlu katkılar sağladığı fakat Milli Eğitim Bakanlığı kitabının etkilerinin kalıcı olmadığı belirlenmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı kitabının birçok alternatif kavramın giderilmesinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Fen derslerinde bilimin doğası öğretimine yer vermenin akademik başarı üzerinde olumlu veya olumsuz etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bilimin doğasının öğretiminde kavramsal değişim metinleri ve kavram panolarının bir arada kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası, Kavramsal Değişim Metni, Kavramsal Değişim Pedagojisi, Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım, Işık

SUMMARY

Teaching of The Nature of Science in Conceptual Change Pedagogy and Explicit Reflective Approach: A Case Study for “Light Unit”

Understanding the nature of science is one of the fundamental aims of science teaching. It is a fact that a lot of teaching practises are insufficient to realize this aim or it has limited effect and new approaches are required while teaching the nature of science. The aim of the thesis is to analyse the effects of conceptual change pedagogy during the teaching of nature of science, explicit reflective approach and the book of Ministry of Education. The study was carried out by the participation of 66 students within the Light unit of the 7th grade. The data of the study which was conducted by mixed methodology were collected through Views on Nature of Science Questionnaire, Conceptual Test of Light Unit, Achievement Test of Light Unit, semi-structured interviews, and reflective writing. The views on nature of science were analyzed under the category of informed, transitional, and naive. Kruskal-Wallis and Wilcoxon Signed Ranks Test was used for the analysis of data related to conceptual change and academic achievement. Frequency and percentages were calculated for the analysis of data related to alternative concepts. It was determined that conceptual change pedagogy the most effective practise in the teaching of nature of science permanently. It was determined that the primary school students focused on the points which scientists are involved as physically active while acquiring the scientific knowledge, disregarded the cognitive process used by scientist. It was determined that each of the three practises contributed positively to conceptual change in Light Unit but the book of Ministry of Education were not long term. It was determined that the book of the Ministry of Education was not effective to overcoming a lot of alternative concepts. It was concluded that teaching of the nature of science in science courses had neither positive nor negative effect on academic achievement. It was suggested that conceptual change texts and concept clipboards should be used together in the teaching of nature of science.

Key Words: Nature of Science, Conceptual Change Text, Conceptual Change Pedagogy, Explicit Reflective Approach, Light

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Fen ve Teknoloji Öğretim Programları öğrenme alanları	3
Şekil 2. Bilimin doğasını öğrenmenin yararları	3
Şekil 3. Araştırmanın tasarlanması ve yürütülmesi	107
Şekil 4. Işık Ünitesi Kavram Testi geliştirme süreci	125
Şekil 5. Işık Ünitesi Başarı Testi geliştirme aşamaları	130
Şekil 6. Çalışmanın birinci alt amacına yönelik bulguların akış şeması	180
Şekil 7. Çalışmanın ikinci alt amacına yönelik bulguların akış şeması	181
Şekil 8. Çalışmanın üçüncü alt amacına yönelik bulguların akış şeması	182
Şekil 9. Çalışmanın dördüncü alt amacına yönelik bulguların akış şeması	182
Şekil 10. K grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi	259
Şekil 11. D grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi	261
Şekil 12. G grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi	263
Şekil 13. K grubunun akademik başarı puanlarının süreç boyunca değişimi	277
Şekil 14. D grubunun akademik başarı puanlarının süreç boyunca değişimi	279
Şekil 15. G grubunun akademik başarı puanlarının süreç boyunca	281

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırmanın değişkenleri.....	20
Tablo 2. Bilimin doğası unsurları ile fen ve teknoloji öğretim programları FTTÇ kazanımları arasındaki ilişki	24
Tablo 3. Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler.....	25
Tablo 4. Araştırma tasarımı	109
Tablo 5. Pilot ve asıl uygulama örneklem dağılımı	112
Tablo 6. Çalışmaya katılan öğretmenlerin özellikleri	113
Tablo 7. Veri toplama araçları ve kullanım amaçları	115
Tablo 8. Bilimin Doğası üzerine Görüşler Anketi pilot uygulama örnekleme.....	118
Tablo 9. Bilimin doğası üzerine görüşler anketi soru dağılımı.....	121
Tablo 10. Işık Ünitesi Kavram Testi pilot uygulama örnekleme	127
Tablo 11. Muhtemel kavram yanılgıları ve testte yansıtılması.....	128
Tablo 12. Işık Ünitesi Başarı Testi pilot uygulama örnekleme	132
Tablo 13. Işık Ünitesi Başarı Testi soru dağılımı	133
Tablo 14. Veri toplama araçlarının güvenirlik ve geçerliliğinin sağlanması.....	136
Tablo 15. Işık Ünitesi Kavram Testine verilen yanıtların kategorileri ve puan değerleri	141
Tablo 16. Ünite zaman analizi	149
Tablo 17. Kavramsal Değişim Metinlerinin tanıtılması	159
Tablo 18. Bilimin doğası etkinliklerinin tanıtılması	163
Tablo 19. Deney 1 grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek	169
Tablo 20. Deney 2 grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek	171
Tablo 21. Kontrol grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek	174
Tablo 22. Deney 1 grubu kavram panosu ürünleri	178
Tablo 23. Deney 2 grubu kavram panosu ürünleri	178
Tablo 24. K grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	183
Tablo 25. D grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	192
Tablo 26. G grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	199

Tablo 27.	Öğretim öncesinde her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması	206
Tablo 28.	K grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	208
Tablo 29.	K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması	209
Tablo 30.	D grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	216
Tablo 31.	D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması	216
Tablo 32.	G grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri	223
Tablo 33.	G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması	224
Tablo 34.	Öğretim sonrasında her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması	231
Tablo 35.	K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri....	232
Tablo 36.	K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık görüşlerinin karşılaştırılması	233
Tablo 37.	D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri....	239
Tablo 38.	D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık görüşlerinin karşılaştırılması	240
Tablo 39.	G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri....	245
Tablo 40.	G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık testi görüşlerinin karşılaştırılması.....	246
Tablo 41.	Öğretim uygulamalarının tamamlanmasından iki ay sonra her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması.....	252
Tablo 42.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama öncesinde kavramsal durumlarının karşılaştırılması.....	253
Tablo 43.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalar öncesinde Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması	254
Tablo 44.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrası kavramsal durumlarının karşılaştırılması.....	255
Tablo 45.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrasında Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması	256
Tablo 46.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalardan uzun süre sonra kavramsal durumlarının karşılaştırılması.....	257
Tablo 47.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalardan uzun süre sonra Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması.....	258

Tablo 48.	K grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması.....	260
Tablo 49.	K grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması ..	260
Tablo 50.	K grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması	260
Tablo 51.	D grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması.....	262
Tablo 52.	D grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması ..	262
Tablo 53.	D grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması	262
Tablo 54.	G grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması.....	263
Tablo 55.	G grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması ..	264
Tablo 56.	G grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması	264
Tablo 57.	Uygulama öncesi alternatif kavramlarının sorulara göre dağılımı	265
Tablo 58.	Uygulama sonrası alternatif kavramların sorulara göre dağılımı	267
Tablo 59.	Alternatif kavramların kalıcılığının sorulara göre dağılımı.....	268
Tablo 60.	K grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı	269
Tablo 61.	D grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı	270
Tablo 62.	G grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı	271
Tablo 63.	Öğrencilerde yaygın alternatif kavramlara örnekler.....	272
Tablo 64.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama öncesi akademik başarılarının karşılaştırılması.....	275
Tablo 65.	Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrası akademik başarılarının karşılaştırılması.....	276
Tablo 66.	Her üç gruptaki öğrencilerin akademik başarılarının kalıcılığının karşılaştırılması.....	276
Tablo 67.	K grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	278
Tablo 68.	K grubunun son test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	278
Tablo 69.	K grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	278
Tablo 70.	D grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	280
Tablo 71.	D grubunun son test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	280
Tablo 72.	D grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	280

Tablo 73.	G grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	281
Tablo 74.	G grubunun son test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	282
Tablo 75.	G grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması.....	282

SEMBOLLER DİZİNİ

AAAS	American Association for the Advancement of Science
BSCS	Biological Sciences Curriculum Study
BSB	Bilimsel Süreç Becerileri
D grup	Bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğrenen grup
FTTÇ	Fen Teknoloji Toplum Çevre
G grup	Milli Eğitim Bakanlığının önerdiği kitapları kullanan grup
İÖÖ	İlköğretim Okulu
K grup	Kavramsal Değiş Metinleri ile öğrenim gören sınıf
KDM	Kavramsal Değişim Metni
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	National Research Council
NSES	National Science Education Standards
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	Program for International Student Assessment
PSSC	Physical Science Study Curriculum
TIMSS-R	The Trends in International Mathematics and Science Study
TD	Tutum ve Değerler
YİBO	Yatılı İlköğretim Bölge Okulu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

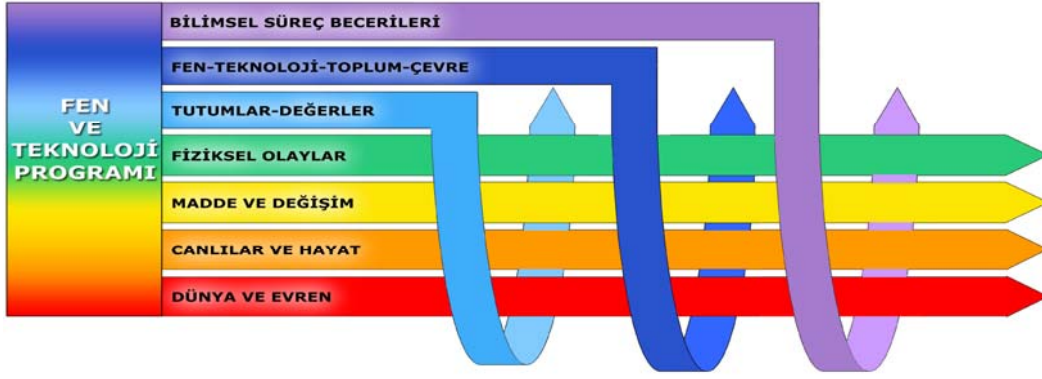
Bilimsel okuryazar bir toplum oluşturmak uzun yıllardan beri fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri olmuştur. Bilim alanında yaşanan hızlı gelişmeler, bilimsel gelişmelere bağlı olarak oluşturulan ürünlerin yaşantımızın birçok alanına girmesi ve buna bağlı olarak günlük hayatımızı şekillendirmesi bilimsel okuryazarlığın önemini artırmıştır. Bütün öğrencilerin bilimsel okuryazar olması fen eğitimi reform dokümanlarının Amerikan Bilim Geliştirme Kurulu (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993), Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC], 1996) ve birçok ülkenin fen müfredatlarının merkezini oluşturmaktadır. 21 yy da eğitimciler, bilimsel okuryazarlığın ne olduğu, ilköğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazar olmaları için etkili bir öğretimin nasıl yapılması gerektiği üzerinde durmaktadırlar (Murcia, 2007).

Ulusal Fen Eğitimi Standartları (National Science Education Standards [NSES]), bilimsel okuryazarlığı, kişisel kararlar almada fen kavram ve süreçlerini bilmek, toplumsal ve kültürel olaylara, ekonomik üretkenliğe katılmak olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, bilimsel okuryazarlık fen konularını bilmeyi, bilimsel girişimi, bilim ile toplum arasındaki ilişkileri anlamayı gerektirir (AAAS, 1993). Bu unsurların her biri bilimin doğasını içermektedir (Driver vd., 1996). Bu nedenle, bilimin doğası bilimsel okuryazarlığın en önemli bileşeni olarak ele alınmakta buna ek olarak bilimin doğasını anlamanın temel fen kavram, ilke ve kanunlarını bilmekten çok daha önemli olduğu ifade edilmektedir (Solomon, 2001). Bilim felsefecileri, tarihçileri, bilim insanları ve fen eğitimcileri, bilimin doğası tanımı üzerinde anlaşmaya varamamıştır. Fakat bilimin doğası, bilim epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime veya bilimsel bilginin gelişmesinin doğasında var olan inanç ve değerlere atıfta bulunur (Lederman, 1992). Bilim felsefesi, tarihi ve sosyolojisi disiplinlerinin bilimsel girişimi sistemli olarak araştırmasına paralel olarak bilimin doğası kavramı da zaman içinde değişmiştir. Örneğin 1970’lerde bilimin deneysel, geçici olması gibi özellikleri ele alınırken, 1980’lerde bilimin ilerlemesinde insan hayal gücü ve yaratıcılığının önemi fark edilmiştir. Son zamanlarda ise, kişisel, toplumsal ve kültürel inançların bilimi etkilediği ve bilimden etkilendiğini kabul etmemek mümkün değildir. Bilimin karmaşık ve çok yönlü insan girişimleri olduğu göz önünde

bulundurulduğunda, bilimin doğasıyla ilgili kavramlarında, bilimsel bilgiye benzer şekilde kesin olmaması, dinamik bir yapıda olması şaşırtıcı bir durum değildir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a).

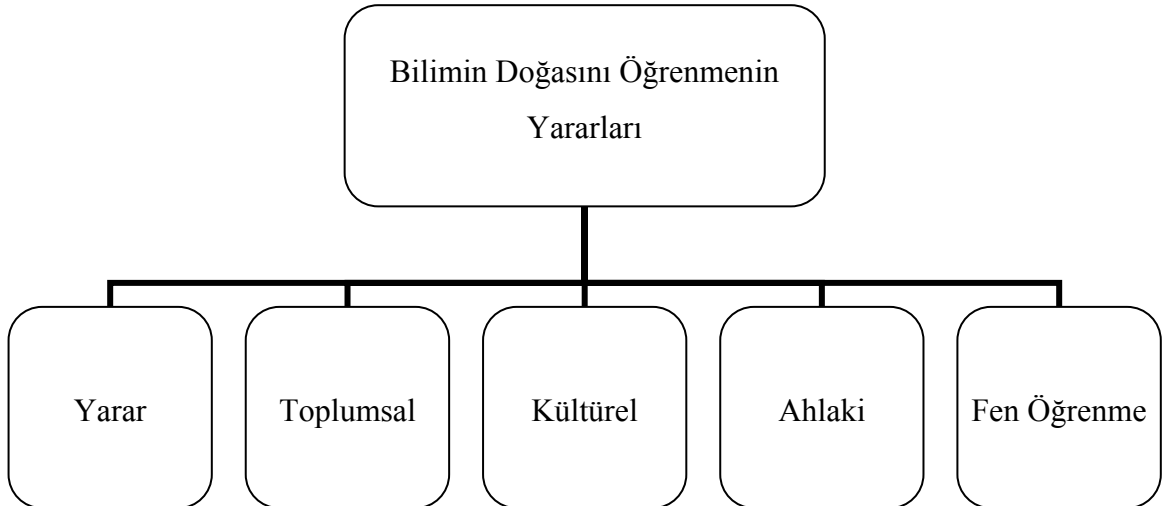
1900'lerin başlarında bilimin doğası ifadesi kullanılmamasına rağmen, bilimin bazı özellikleri fen eğitiminde değerli amaçlar olarak kabul edilmiştir (Biernacka, 2006). 1950'li yıllarda Rusya'nın Sputnik adlı yapay uyduyu uzaya göndermesi, Amerika'nın okullardaki fen eğitiminde yeniliklere gitmesine neden olmuştur. Öğrencilerin fenni en iyi, deney yaparak öğrenebileceği kabul edilmiş, laboratuvar etkinliklerine ve bilimsel süreç becerilerine ağırlık veren örneğin Physical Science Study Curriculum (PSSC) ve Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) gibi müfredatlar geliştirilmiştir. 1960'larda bilim felsefesi ve fen eğitimi arasındaki bağlantıların eksikliği J. T. Robinson, Robert Ennis ve Richard Duschl gibi eğitimcilerin dikkatini çekmeye başlamış (Matthews, 1997), bilim felsefesi ve tarihinin müfredatlara entegre edilerek bilimin doğasının öğrenenler tarafından anlaşılması fen eğitiminin en çok söz edilen amaçlarından biri haline gelmiştir (Rudolph, 2000; Biernacka, 2006). Yaklaşık yüzyıldan beri fen eğitiminin önemli bir amacı olarak ele alınan bilimin doğası son zamanlarda İngiltere, Amerika, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda, Zambia gibi birçok ülkenin fen müfredatlarında da önemli bir öğrenme ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde 2004 yılında, öğretim programlarında köklü değişiklikler yapılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan Fen ve Teknoloji öğretim programı, bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesini hedeflemektedir (MEB, 2006).

Programda dört öğrenme alanı yer almaktadır. Fen ve Teknoloji öğretim programlarının öğrenme alanları Şekil 1'de görülmektedir. Öğrenme alanlarından ilki konu içeriği ile ilgili olup Canlılar ve Hayat, Madde ve Değişim, Fiziksel Olaylar, Dünya ve Evren temalarını kapsamaktadır. Üniteler bu temaların üzerine yapılandırılmıştır. Bu bağlamda konu içeriği öğrenme alanı bilgi kazanımlarına yöneliktir. Fen ve teknoloji konularının hemen hemen tamamı ile ilişkili olan, Fen-Teknoloji-Toplum Çevre (FTTÇ), Bilimsel Süreç Becerileri (BSB) ve Tutum ve Değerler (TD) kazanımları ise bütün ünitelerin içine dağıtılmıştır.



Şekil 1. Fen ve Teknoloji Öğretim Programları öğrenme alanları (MEB, 2006, s:59).

FTTÇ kazanımları, fen ve teknolojinin doğası, fen ve teknoloji arasındaki ilişkiler, fen ve teknolojinin sosyal ve çevresel bağlamı olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. Programın FTTÇ kazanımları bilimin doğası unsurlarına yer vermekte ve program kitapçığının bu bölümünde (s: 60–63) bilimin doğasının, bilimsel bilgi kesin değildir zaman içerisinde değişebilir, öznel, deneyseldir, hayal gücü ve yaratıcılık gerektirir, geniş bir toplum ve kültür içinde oluşturulur, gözlem ve çıkarımlar arasında fark vardır unsurlarına atıfta bulunmaktadır. Bu noktada bilimin doğasını öğrenmenin fen eğitiminde niçin değerli bir amaç olduğu sorusu karşımıza çıkmaktadır. Bilimin doğasını anlamının sağlayacağı yararları Driver vd. (1996) şu şekilde özetlemektedir:



Şekil 2. Bilimin doğasını öğrenmenin yararları

1. Yarar: Gazete ve dergi okurken, televizyon seyrederken, evde, iş yerinde vb. günlük hayatımızın hemen her anında bilimsel gelişmelerle karşılaşırız. Örneğin bir gazete haberinde bilim ve teknoloji ile ilgili bir yenilikten söz ediliyorsa, ileri sürülen fikirlerden bilimsel olanla olmayana ayırt etmek, sonuca nasıl ulaşıldığını bilmek, bilgilerin ne kadar güvenilir ve geçerli olduğunu algılamak, sınırlılıklarını bilmek önemlidir. Bilim insanlarının bilimsel bilgiye nasıl ulaştığını bilmek, bilimsel düşünme ve akıl yürütmeyi öğrenmek günlük hayatta karşılaşılan sorunlara bilimsel yöntemlerle çözüm bulmaya katkı sağlar. Bu nedenlerle bilimin doğasını anlamak, bilimi algılamayı, teknolojik aletleri kullanmayı ve günlük yaşamı ilerletmeyi sağlar (Driver vd., 1996). Örneğin bahçesinde meyve ağaçları yetiştiren bir bireyin, meyvelerin niçin kurtlanmış olabileceğini araştırması, daha yüksek verim elde etmek için neler yapabileceğini gözden geçirmesi ve en uygun çözüm yolunu değerlendirmesi, meyvelerin tüketim şekillerinde yeni yollar denemesi, tecrübelerinden faydalananarak değişikliklere gitmesi bilimin doğasını öğrenmemenin bu gerekçesine örnek gösterilebilir. Craven III vd., (2002) fen yöntem kursuna katılan hizmet öncesi ilköğretim fen öğretmenleri ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Kursta öğretmen adayları; “bilim nedir?” sorusuna cevaplar yazmışlar, gazete, dergi vb. çeşitli kaynaklardan bilimsel, bilimsel olmayan ve yarı bilimsel yazı örnekleri toplamışlardır. Çalışmanın başında öğretmen adayları bilimi bilgilerdir veya süreçtir şeklinde tanımlarken, kursun ilerleyen bölümlerinde bilimi daha karmaşık ve çok boyutlu bir şekilde tanımlamaya başlamışlardır. Buna ek olarak bilimde uzmanların kullandığı geçerlik, güvenilirlik, geçici, yorum, ön yargı gibi terminolojileri kullandıkları fakat bilimsel olan ve olmayan arasındaki farkı ayırt etmede sıkıntılar yaşadıkları tespit edilmiştir.

2. Toplumsal: Günümüzde, küresel ısınma, çevre kirliliği, enerji sıkıntısı, nükleer enerji, kök hücre çalışmaları, klonlama, genetiği değiştirilmiş besinler gibi konular bütün dünyada tartışılmaktadır. Toplumun bir parçası olarak bireylerin bu tartışmalı konularda ileri sürülen fikirleri yorumlayabilmesi, tartışmalara katılabilmesi, kararlar alabilmesi gerekmektedir. Bilimin doğasını anlamak bu amaçların başarılmasında pay sahibidir (Driver, vd., 1996; Sadler vd., 2004). Sorunlar hakkında karar vermek bilimsel bilgileri yorumlamayı gerektirir. Bilim insanları tarafından ortaya atılan iddiaları yorumlarken, bunların kesin olmadığını, elde edilen veriler ışığında oluşturulan açıklamalar olduğunu göz önünde bulundurmak, aynı verilerin farklı kişiler tarafından farklı şekilde yorumlanabileceğini, bilim insanlarının yaratıcı düşüncelerini içerdiğini dikkate alarak geçerlik ve güvenilirliğini sorgulamak, düşünülmeeyeni düşünmek gereklidir. Literatürde

öğrencilerin bilimin doğası anlayışı ile tartışmalı konularda karar vermesi arasındaki ilişkiyi araştıran çalışma sonuçları, bilimin doğası ve karar verme arasında ilişki olabileceğini göstermekle beraber, elde edilen sonuçlar oldukça çeşitlidir. Örneğin Walker ve Zeidler (2003) bilimsel bilgilerin geçici olduğu ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarına yön verdiği bakış açısına sahip, bilimsel bilgi ile fikirler arasındaki farkları bilen üç öğrenci ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada bu üç öğrencinin tartışmalı bir konuda nasıl karar verdikleri irdelenmiştir. Tartışma diyalogları incelendiğinde, öğrencilerin savunmalarında, konu alanı bilgilerine, genel veya spesifik kanıtlara yer verdikleri fakat bilimin doğası anlayışlarına başvurmadıkları belirlenmiştir. Sadler vd. (2002)'nin yüksek okul biyoloji öğretmenleri ile yaptıkları bir çalışmada, bilimsel bilgiye ulaşmada verileri elde etme ve bu verilerden nasıl sonuca ulaşıldığının anlaşılmasının tartışmalı konularda karar vermeyi etkilediğini tespit etmişlerdir. Bell ve Lederman (2003) fakülte profesör ve araştırmacılarının bilimin doğası anlayışlarının tartışmalı konularda karar almalarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmada bilimin doğası görüşlerine göre katılımcılar iki gruba ayrılmışlardır. Katılımcıların verdikleri kararlar, kararlarını etkileyen faktörler ve karar verme stratejileri karşılaştırılmıştır. Bilimin doğası görüşleri farklı olmasına rağmen her iki gruptaki katılımcıların kararları arasında farklılık bulunamamıştır. Her iki gruptaki katılımcılar kararlarını kişisel değerlerine, ahlak sistemlerine ve sosyal kaygılarına dayalı olarak almışlardır. Çalışmanın sonuçları bilimin doğasının öğretilmesinin yararları arasında gösterilen bu kabulü destekler nitelikte olmamıştır.

3. Kültürel: İlk çağlardan günümüze farklı ırklardan, ülkelerden, dinlerden birçok insan bilime katkı yapmıştır. Doğal dünya ile ilgili açıklamaların artması toplum yaşantısını değiştirmiştir. Bilim toplumun sorunlarından, gelenek, görenek, inanç, siyasi ve politik özelliklerinden hem etkilenmiş hem de bulduğu açıklamalar ile toplum yapısını etkilemiştir. Bilim tarihi içinde gerçekleşen olaylar, bugün oluşturulan çağdaş yaşamın kurulmasına katkı sağlamıştır. Bilimin doğasını anlamak, çağdaş kültürün bir parçası olarak bilimi takdir etmeyi sağlar (Driver vd., 1996). Özyeral-Bakanay (2008) Biyoloji öğretmen adaylarının bilimin doğası bakış açıları ve Evrim teorisine yaklaşımlarını incelemiştir. Çalışmada bilimin doğası hakkında yanlış anlamaların teoriye yaklaşımları olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Cavallo ve McCall (2008) çalışmasında da tespit edilmiştir.

4. Ahlaki: Bilim insan girişimleridir, insan topluluklarının belirli kurallar çerçevesinde yaşadığı gibi bilim insanları da belirli normlara sahip bilimsel topluluk içinde çalışırlar (McComas, 2000). Ayrıca bilimle uğraşanlar ister gruplar halinde isterse yalnız çalışsınlar, meslektaşları ile yoğun bir iletişim içindedirler (NRC, 1996). Yalnızca çalışmalarını sürdürürken değil elde ettikleri sonuçları paylaşırken de belirli kurallara uyarlar. Bilimin doğasını anlamak bilimsel topluluğun normlarını anlamayı geliştirir ve bunların toplumun genel değerleri ile birleştirmesini sağlar (Driver vd., 1996). Warwick ve Siraj-Blatchford (2006) öğrencilerin tablo ve grafiklerle sunulan ikincil verileri yorumlamalarına odaklanmışlardır. 3, 4 ve 5. sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmada, öğrencilerin bilimi iş birlikli bir süreç olarak görmelerinde ikincil veri setlerini yorumlama etkinliklerinin sınıflar arasında farklı etkiler meydana getirdiği tespit edilmiştir. Bütün öğrenciler verilerle bir bilim insanı gibi çalışmalarına rağmen, sadece beşinci sınıf öğrencileri kendilerini bilimsel bir topluluğun üyesi olarak görmüşlerdir. Bu bağlamda bilimin doğasını öğrenmenin bilimsel topluluğun değerlerini kazanmayı sağlayacağı yönünde kuvvetli deneysel sonuçlar bulunmamaktadır.

5. Fen öğrenme: Öğrencilerin aktif öğrenenler olmasında sadece uygulamalı fen etkinliklerine katılmaları yeterli olmadığı vurgulanmakta (NRC, 1996), bilimin doğasını anlamamanın fen konularını öğrenmeyi kolaylaştıracağına inanılmaktadır (Driver vd., 1996). Bilimsel bilgilerin kesin doğrular olduğunu ve asla değişmeyeceğini düşünen, bilimsel bilgilere sadece gözlem sonuçlarıyla ulaşıldığına inanan bireyler kendilerine sunulan bilgiler üzerinde düşünmek yerine onları ezberlemeye yönelebilirler (Driver vd., 1996; Akerson vd., 2006). Tsai (1998) çalışmasında junior high school öğrencilerinin bilişsel yapısını incelemiştir. Çalışmanın sonuçları; bilimin doğasını daha iyi anlayan öğrencilerin, daha çok bilgi hatırlama eğiliminde olduğunu, bilgilerinin zenginlik gösterdiğini, daha esnek olduklarını ve hatırladıkları bilgilerin doğruluğunun daha yüksek olduğunu göstermektedir. Lin vd. (2004) öğrencilerin kavramsal problem çözme yetenekleri ile bilimin doğası anlayışları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada deneysel bilim bakış açısına sahip öğrencilerin bilgileri ezberleme, post pozitivist bakış açısına sahip olanların ise anlama eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Örneğin molekül ağırlığı problemlerini çözmede, post pozitivist bakış açısına sahip olanlar tek bir bilimsel yöntemin olmadığına, yöntemlerin bilim insanları tarafından duruma bağlı olarak seçildiğine inanmakta ve atom, molekül, atomik ve molekül ağırlığı kavramlarını yeniden düzenlemekte, matematik bilgisini ve kimya kavramlarını problem çözmenin içine

katmaktadır. Deneysel bakış açısına sahip olanların ise geleneksel bilimsel yöntemlerin araştırmaya rehberlik etmede tek yol olduğuna inandıkları, problemde mevcut veya elde edilebilir sayıları kavramadıkları ve anlamsız hesaplamalar yapmak için formüllere odaklandıkları görülmüştür. Araştırmacılar bilimin doğasını anlamamanın özellikle bilimin doğasının alt ölçütü olan bilimsel yöntemi anlamamanın, problem çözme performansı ile yakından ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. Kızılgüneş vd. (2009) öğrencilerin epistemolojik inanç, öğrenme yaklaşımı ve motivasyonun başarıyla ilişkilerini açıklamaya çalışmışlardır. Araştırmada epistemolojik inançların öğrenme yaklaşımı ve başarı motivasyonu üzerinde etkileri olmasına rağmen başarı üzerinde doğrudan etkili olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalar ise bilimin doğasını anlamayan öğrencilerin fen konu alanında başarılı olabileceğini göstermektedir (Cavallo ve McCall, 2008; Mumba vd., 2009). Bu bağlamda bilimin doğasını öğrenmenin fen başarısını arttırıp arttırmadığı noktasında literatürde ortak bir kabul bulunmamaktadır.

Lederman (2006)'nın da ifade ettiği gibi bilimin doğasının niçin öğretilmesi gerektiği son derece önemli gerekçelere dayandırılmıştır. Yapılan çalışmalar bilimin doğası bakış açısı ile çağdaş kültürün bir parçası olarak bilimi takdir etme arasında önemli ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte özellikle bilimin doğasını öğrenmenin günlük yaşantıda karşılaşılan durumların bilimselliğine karar verme, bilimsel topluluğun normlarını anlama ve onları bireylerin kendi yaşantılarında kabullenmesi üzerinde oldukça sınırlı etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca bilimin doğası bakış açısının tartışmalı konularda karar almayı etkileyeceği ve bireylerin fen konularını öğrenmede daha başarılı olacağı yönünde kuvvetli deneysel destek bulunmamaktadır. Bu bağlamda bilimin doğası öğretiminin gerekçeleri arasında gösterilen bu beş boyutun yapılacak araştırmalar ile test edilmesi gerektiğine inanılmaktadır.

Yaklaşık yüzyıldan beri bilimin doğası hakkında çağdaş bakış açıları kazanmak fen eğitiminde önemli bir öğrenme ürünü olarak kabul edilmesine rağmen, bu alandaki sistematik araştırmalar 1950 yıllarında başlamıştır (Lederman, 2006). Yapılan ilk çalışmalar, öğrencilerin sahip olduğu kavramları değerlendirmeye odaklanmış ve sonuçlar öğrencilerin bilimle ilgili doğru olmayan fikirlere sahip olduklarını, fen alanında akademik başarısı yüksek öğrencilerin bile bilimin doğasını istenilen düzeyde anlamadığını ortaya koymuştur. Öğrencilerin doğru kavramlara sahip olması için öğretmenlerin önemli bir etken olduğu düşüncesinden hareketle, öğretmenlerin bakış açılarını değerlendiren çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar öğretmenlerin bilimin doğası kavramlarının

yetersiz olduğunu, birçok öğretmenin pozitivist bakış açısına sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum bilimin doğasının öğretimini amaçlayan çeşitli müfredatların geliştirilip etkililiğinin değerlendirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a).

Lederman (2006)'a göre; öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğasını istenilen düzeyde anlamamasının sebebi, bilimin doğası öğretim yaklaşımının altında yatan varsayımlardır. Bu varsayım öğrencilerin bilimsel süreçlere dayalı öğretim etkinlikleri ile bilimin doğasını öğrenebilecekleridir. Bilimin doğasını duyuşsal bir öğrenme ürünü olarak kabul eden bu yaklaşım literatürde dolaylı yaklaşım olarak adlandırılmaktadır. Dolaylı yaklaşımda, öğrenciler araştırmaya dayalı etkinliklere katıldıklarında, bilimsel süreç becerilerinin yanı sıra ikincil bir ürün olarak bilimin doğasını da anlarlar. Buna karşın yapılan çalışmalar (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) bu yaklaşımın etkili olmadığını, bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşımla öğretilmesinin daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin doğasını bilişsel bir öğrenme ürünü olarak kabul eder. Bu yaklaşımda bilimin doğası unsurlarına yönelik etkinlikler geliştirilir ve planlı bir şekilde öğretime katılır, öğrencilerin bu unsurları fark etmeleri için üzerinde özellikle durulur. Öğrencilerin bilim ile ilgili kazanımları ile bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar arasında ilişkiler kurmaları beklenir ve öğrenciler bu konuda desteklenir. Yapılan çalışmalar doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğasının bazı unsurlarını öğretmede yetersiz kaldığını göstermektedir. Örneğin doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin tanımlanmasında (Çelik ve Bayrakçeken, 2006), geçici unsurun anlaşılmasında (Khishfe ve Lederman, 2006), deneysel deliller ile sonuçlar arasındaki farkın anlaşılmasında (Schwartz vd. 2002), hayal gücü ve yaratıcılık ve çıkarıma dayalı unsurların anlaşılmasında (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) etkisiz kalmış veya sınırlı katkılar sağlamıştır.

Bilimin doğasını alanında yapılan çalışmalarda üzerinde durulan bir başka nokta öğretim yaklaşımının uygulamaya koyulduğu bağlamdır. Driver vd. (1996) bilimin doğasının fen konu bağlamı dışında ele alınmasının müfredatlara ilave bir yük getireceğini ifade etmektedirler. Bilimin doğasının fen konu bağlamı içerisine entegre edilmesinin öğrencilerin bilimin doğası hakkında kavramlarını geliştirmede daha olumlu sonuçlar vereceğine inanılmaktadır (Brickhouse vd., 2000; Clough, 2003). Khishfe (2004) bu düşünceleri deneysel olarak test etmek üzere bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada doğrudan yansıtıcı yaklaşımı farklı bağlamlarda (birleştirilmiş/birleştirilmemiş) uygulamaya koymuştur. Birleştirilmiş gruplarda bilimin doğası fen konu içeriği ile ilişkili,

birleştirilmemiş gruplarda içeriğe gömülü olmayan genel etkinlikler ile ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçları doğrudan yaklaşımın farklı bağlamlarda uygulanmasının, bilimin doğasını öğrenmede etkili olmadığı yönündedir.

Öğrencilerin küçük yaşlarda elde ettikleri kazanımları yaşamları boyunca sürdürdükleri göz önünde bulundurulduğunda, ilköğretim öğrencilerine fen konu alanı bağlamında, fen eğitiminin temel amaçlarından biri olarak kabul edilen bilimin doğasını öğretmenin son derece önemli olduğu düşünülmektedir. İlgili literatür doğrudan yansıtıcı yaklaşımın eksiklerini kapatacak açılımlara ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmada bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği öğretim materyalleri geliştirilmiştir. Kavramsal değişim pedagojisi kavramsal değişim metinleri (KDM) ve öğrenci ürünlerinden oluşturulan bilimin doğası kavram panosundan oluşmaktadır. Araştırmacı tarafından geliştirilen iki öğretim materyali ve Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkileri değerlendirilmiştir.

1.2. Araştırmanın Problemi

1950’li yıllardan itibaren yaşanan hızlı bilimsel gelişmelere paralel olarak fen eğitiminde temel kavram ve ilkeleri bilmek yeterli olmaktan çıkmış, bilimsel okuryazarlık kavramı ön plana çıkmıştır. Bilimsel okuryazar bir toplum oluşturulmasında bilimin doğasının öğrenciler tarafından anlaşılması son derece önemlidir. Başka bir ifade ile bilimin doğası bilimsel okuryazarlığın temel bileşenlerinden biridir. Bununla birlikte okullardaki fen eğitiminin hala konu odaklı olduğu, bilimin doğası öğretimine çok fazla yer verilmediği bilinmektedir (Kattoula, 2008; Aslan, 2009; Karakaş, 2009). Bu durum bilimin doğasının öğretiminde istenilen başarının yakalanamamasına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar ilköğretimden üniversiteye çeşitli öğretim kademelerinde öğrenci ve öğretmenlerin zihinlerinde bilimin doğası hakkında doğru olmayan birçok düşünce olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin; bilimin bilinmeyen gerçekleri araştıran değil de dünya ile ilgili gerçekleri ortaya koyan şeklinde tanımlandığını (Dotger, 2006; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b), dünya ile ilgili gerçekleri ortaya çıkardığı için de bilgiler kümesi olduğuna inanıldığını gösteren çalışmalar (Sutherland ve Dennick, 2001) vardır.

Bilimin doğası alanında yapılan çalışmaların bazıları bilimsel teori ve kanunlar hakkındaki görüşler üzerinde durmuştur. Bu çalışmalar öğrencilerin kanunların doğrudan

gözlemler sonucu oluşturulduklarını ve kolaylıkla doğruluklarının ispatlanabileceğini düşündüklerini (Dagher vd., 2004), teorileri olgunlaşmamış kanunlar olarak gördüklerini, yeterince kanıt elde edildiğinde teorilerin kanun haline geleceğine, dolayısıyla teori ve kanunlar arasında hiyerarşik bir yapı olduğuna inandıklarını (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Yalvaç vd., 2007), teorilerin değişebileceği fakat kanunların mutlak olduğu bu nedenle değişmeyeceği şeklinde düşüncenin hakim olduğunu (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Gürses vd., 2005) ortaya koymuştur. Kanunların kesin bilgiler olduğu ve değişmeyeceği şeklindeki bu inanç bilimin doğasının geçici boyutunda da alternatif kavramlara sebep olmaktadır. Bazı araştırmalar öğrencilerin (Freidman, 2006; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002), öğretmen adayları veya öğretmenlerin (Murcia ve Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) hatta doktora öğrencilerinin bile (İrez, 2006) bilimin geçici olduğu boyutunda yetersiz kavramlara sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrenciler teorilerin yanı sıra modellerin doğası ve amaçları konusunda da yanlış fikirlere sahiptirler. Öğrenciler modelleri gerçeklerin veya gerçeğe çok yakın durumların bir kopyası (Çelik ve Bayrakçeken, 2006), eğlendirici ya da eğitici olarak görmekte ve yaratıcılık gerektirmediğini düşünmektedirler (Kawasaki vd., 2004). Loper (2005) yaptığı bir çalışmada, 8. sınıf öğrencilerine modelleri öğretmeye yönelik etkinlikler tasarlamıştır. Öğretim etkinliklerinin sonunda, öğrencilerin çoğunun verilen formlara uygun modeller oluşturabildikleri fakat modellerin ne olduğunu ve bilimsel araştırmalarda ki fonksiyonunu anlamada sıkıntılar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Birçok fen kitabında, problemi tanımlama, geçmişte yapılan çalışmalarla ilgili bilgi toplama, hipotez kurma, gözlem yapma, hipotezi test etme, sonuç çıkarma şeklinde bütün bilim insanları tarafından takip edilen basamaklar sıralanmakta, bu durum tek bir bilimsel yöntem olduğu şeklinde yanlış anlamalara neden olmaktadır (McComas, 1996). Yapılan araştırmalar öğrencilerin (Griffiths ve Barman, 1992), hizmet öncesi öğretmenlerin (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Yalvaç vd., 2007) ve doktora öğrencilerinin (İrez, 2006) bilim insanlarının takip ettiği evrensel bir bilimsel yöntem olduğu inancına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b) öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel olması boyutunda da doğru olmayan inançlara sahip olduğunu belirlemektedirler. Genellikle, deneylerin bilimsel bilgilerin doğruluğunu kanıtlamak için yapıldığı düşünülmekte, bilim insanlarının doğa ile ilgili bir şeyler öğrenmek için, üzerinde çalıştıkları şeyi mutlaka

görmeleri veya hissetmeleri gerektiğine inanılmaktadır (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Küçük, 2006). Bu durum, bilimin doğasının çıkarımcı boyutunun göz ardı edilmesine neden olmaktadır (Akerson vd., 2006). Bilim insanları sonuca ulaşmak için gözlem ve deneyler yaparlar, çeşitli veriler elde ederler ve sonuca ulaşabilmek için verileri yorumlarlar. Verilerin yorumlanması hayal gücü ve yaratıcılık gerektirir. Yapılan çalışmalar (Abell vd., 2001; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Murcia ve Schibeci, 1999) bilimin gelişmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünün anlaşılmadığını göstermektedir. Genellikle bilim insanlarının objektif olduğuna inanılmaktadır. Fakat elde edilen verilerin yorum gerektirmesi objektifliği engeller. Aynı veriler farklı bilim insanları tarafından farklı şekillerde yorumlanabilir. Bilim insanlarının sahip oldukları bilgi birikimi, sosyal ve kültürel değerleri yorumlarda farklılıklara sebep olabilir (Akerson, Morrison ve McDuffie, 2006). McComas (1996) göre; gözlemlerin, gözlemi yapan kişinin ön kavram ve yargılarından etkilenmesi, bilimin yaratıcılık gerektirmesi, tam bir objektifliği engelleyen diğer faktörlerdir.

Bilimin doğasının yeterince anlaşılmaması bu konunun etkili bir şekilde nasıl öğretilebileceği sorununu gündeme getirmiştir. Bilimin doğasını öğretmede dolaylı, doğrudan yansıtıcı ve tarihsel olmak üzere üç yaklaşım kullanılmaktadır. Araştırmalar (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) bilimin doğasını öğretmede doğrudan yansıtıcı yaklaşımın dolaylı yaklaşımdan daha etkili olduğunu bununla birlikte doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğasının bazı unsurlarını öğretmede yetersiz kaldığını göstermektedir. Örneğin; Dagher vd. (2004) teorilerin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile ele aldıkları bir kurs düzenlemişlerdir. Kurs süresinde katılımcıların teorileri tanımlamalarında bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Çelik ve Bayrakçı (2006), Fen-Teknoloji-Toplum kursu içinde öğretmen adaylarına bilimin doğasında yapılandırmacı bakış açısı kazandırmayı amaçlamışlardır. Kursta bilimin doğası araştırmaya dayalı doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmiştir. Fakat kurs öğretmen adaylarının bilimi tanımlamalarını negatif yönde etkilemiştir. Kurstan sonra katılımcıların bilimi, bilgiler kümesi olarak tanımladığı ve bilim ile teknolojiyi karıştırdıkları belirlenmiştir. Kurstan önce ve sonra öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, bilimsel modellerin gerçeklerin veya gerçeğe çok yakın durumların kopyası olduğuna inanmaktadırlar. Kurs modellerle ilgili istenilen düzeyde etki yapmamıştır. Akerson vd. (2006) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise ilköğretim hizmet öncesi öğretmenlerine yönelik, bilimin doğasının doğrudan yaklaşım ile öğretildiği

bir kurs düzenlemiş ve etkileri değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kurs sonunda bilimin doğası bakış açılarının önemli derecede geliştiği fakat beş ay sonra kurs sonunda elde ettikleri yeni kavramlarını devam ettiremedikleri, eski kavramlarına geri döndükleri tespit edilmiştir.

Bu nedenle bilimin doğası öğretiminde yeni açılımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bilişsel öğrenme kuramları öğrencilerin sahip olduğu ön bilgileri dikkate alır. Öğrenciler diğer fen konularında olduğu gibi bilim ile ilgili olarak da çeşitli yaşantılar ve bunlara bağlı olarak oluşturdukları bakış açıları ile sınıflara gelirler. Bu nedenle bilimin doğası anlayışını geliştirmeyi amaçlayan öğretim etkinliklerinde, uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin sahip olduğu bakış açılarının gözden geçirilmesi, yanlış anlamaların ortaya çıkarılması gerektiği ileri sürülmekte (Kang vd., 2005), bilimin doğasının kavramsal değişim yaklaşımı ile öğretilmesi önerilmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Kavramsal değişim yaklaşımının, öğrencilerin fen konu alanında sahip olduğu alternatif kavramları düzeltmede (Gürses vd., 2002; Özmen ve Demircioğlu, 2003), olumlu tutumlar geliştirmelerinde (Gedik vd., 2002), derse olan ilgilerini ve alternatif kavramlarını düzeltme isteklerini arttırmada (Tekin vd., 2004) olumlu sonuçlar vermektedir. Kavramsal değişim yaklaşımı bilimin doğası öğretimine olumlu katkılar sağlayabilir. Kavramsal değişim yaklaşımı kavram haritası, anlam çözümleme tablosu, zihin haritası, tahmin açıklama gözlem, kavram çarkı vb. çok değişik şekillerde uygulanabilmektedir. Bununla birlikte Guzzetti (2000) göre; kavramsal değişimi sağlamada en etkili tekniklerden biri KDMdir.

Bilimin doğası fen konu alanı bağlamında veya konu alanından ayrı olarak öğretilmektedir. Ülkemizde bilimin doğası öğretiminin yapıldığı ayrı bir ders bulunmamaktadır. Başka bir ifade ile bilimin doğası Fen ve Teknoloji dersi içerisinde ele alınmaktadır. Bu noktada bilimin doğasının hangi konu bağlamında öğretileceği sorusuna yanıt vermek gerekmektedir. Bilimin doğası alanında yapılan çalışmalarda atomun yapısı, evrim teorisi, kütle çekim kanunu, küresel ısınma gibi konular sıklıkla karşımıza çıkmakta, ışık konusunun bu alanda çok fazla kullanılmadığı dikkati çekmektedir. Bütün bunlara ek olarak ışık, öğrenilmesi zor olan fen konularından biridir (Galili ve Lavrik, 1998; Galili ve Hazan, 2000).

Bu tez çalışmasının temel problemi; “ilköğretim 7. sınıf düzeyinde Işık ünitesi bağlamında, bilimin doğasını öğretme amaçlı kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarıyla zenginleştirilen iki öğretim materyali ile MEB

tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkileri nelerdir?” şeklinde ifade edilebilir. Çalışmada üç farklı kitap setinin bilimin doğası hakkındaki görüşlere, kavramsal değişime, ışık konusundaki alternatif kavramların giderilmesine ve akademik başarıya etkileri irdelenmiştir. Bu süreçte aşağıdaki problemlerin yanıtları kapsamlı olarak araştırılmıştır.

1. Bu çalışma öncesinde öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları görüşler nelerdir?
2. Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ile öğretilmesinin öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili sahip oldukları görüşler üzerine etkileri nelerdir ve bu etkiler kalıcı mıdır?
3. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarıyla öğretilmesi öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini nasıl etkilemektedir ve bu etkilerin kalıcılığı nedir?
4. MEB kitabının öğrencilerin bilimin doğası hakkında görüşleri üzerine etkileri nelerdir ve bu etkiler kalıcı mıdır?
5. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın Işık ünitesindeki kavramsal değişim üzerine etkileri nelerdir ve meydana gelen değişim kalıcı mıdır?
6. Işık ünitesinde öğrenciler en çok hangi noktalarda alternatif kavramlara sahiplerdir, üç farklı uygulamanın alternatif kavramların giderilmesine sağladığı katkılar ve bu katkıların kalıcılığı nedir?
7. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın akademik başarıya etkileri nelerdir ve bu etkiler kalıcı mıdır?

1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Bilimsel gelişmelerin baş döndürücü hızla yaşandığı günümüzde, öğrencilerin toplumda etkin bireyler olarak rol alması, çevresel, toplumsal ve ekonomik sorunlar hakkında tartışmaları anlayıp kararlar verebilmeleri için sadece temel kavramların öğretildiği bir fen eğitiminin yeterli olmadığı, bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmenin gerekliliği tartışma götürmez bir gerçektir. Fen eğitimi reform dokümanları, birçok ülkenin fen müfredatlarında bu noktaya vurgu yapılmasına rağmen ilköğretimden üniversiteye kadar farklı öğrenim kademelerinde, hala konu öğretimine önem verilen, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerinin ön planda olduğu, bilimsel bilginin özellikleri ve nasıl

geliştiğinin önemsenmediği öğretim uygulamaları devam etmektedir (Aslan, 2009; Karakaş, 2009; Kattoula vd., 2009).

Türkiye'nin fen eğitiminde istenilen başarıyı elde edemediği bilinmektedir. Uluslar arası ölçme değerlendirme raporları The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), ve Program for International Student Assessment (PISA) gibi bu sonucu daha da net olarak ortaya koymaktadır. TIMSS 2007 sonuçlarına göre Türkiye 8. sınıf düzeyinde fen bilimlerinde 49 ülke arasında 31. sırada yer almaktadır. 2006 yılı PISA sonuçlarına göre; Türkiye fen alanında 57 ülke arasında 44'üncü, matematik alanında da 57 ülke arasında 43'üncü olmuştur. Bu sonuçlar Türkiye'nin Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı biçimde altında olduğunu göstermektedir (Eurybase – Türkiye, 2007/08). Öğrencilerimiz 25 fen sorusundan net 4,79 soru çözebilmişlerdir. Ülkemizde bilimin doğasına yeterince önem verilmemesi fen eğitiminde ki bu düşük performansın sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir (Bağcıkılıç, 2002). 2006 yılı PISA sonuçları bu düşünceyi doğrular niteliktedir. Çünkü PISA 2006'da fen okuryazarlığına ağırlık verilmiştir. Fen okuryazarlığı için 6 düzey belirlenmiştir. Testten alınan puan arttıkça düzeyde ilerlemekte yani öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyesi artmaktadır. Birinci düzeyinde altında, birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı düzey olmak üzere toplam yedi düzey bulunmaktadır. 15 yaş grubu Türk öğrenciler ortalama olarak fen bilimleri okuryazarlığının ikinci düzeyinde bulunmaktadır. OECD ülkelerinin öğrencileri ise ortalama olarak üçüncü düzeyde yer almaktadırlar (MEB, 2007).

Okullarda uygulanmakta olan fen eğitiminin öğrencilerin bilimin doğası hakkında çağdaş görüşler kazanmasında yetersiz kaldığı hatta bu konuda bilimsel olamayan düşüncelerin oluşmasına yol açtığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (McComas, 1996; McComas, 2000; Kang vd., 2005; Rannikmae vd., 2006; Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar, 2007; Yiğit vd., 2010). Bu nedenle öğrencilerin bilimin doğası hakkında yeterli görüşleri benimseyebilmeleri için etkili yollar aranmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde uygulanmakta olan Fen ve Teknoloji öğretim programının vizyonu “fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirmek” olarak ifade edilmektedir. Bilimin doğasının öğrenciler tarafından anlaşılmasının bilimsel okuryazarlığın en temel bileşeni olduğu dikkate alındığında çalışmanın öğretim programlarının vizyonunu gerçekleştirmeye katkı sağlar nitelikte olduğu söylenebilir. Bilimin doğasının öğretilmesinde doğrudan yansıtıcı, dolaylı ve tarihsel yaklaşımın kullanıldığı ve etkilerinin

değerlendirildiği (Irwin, 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Howe, 2003; Şeker ve Welsh, 2006; Kaya ve Kocakulah, 2006; Küçük, 2006; Koehler, 2006; Başol-Özcan, 2009, Costa da Silva vd. 2009; Metin, 2009) birçok çalışma vardır. Ayrıca Tao (2003) fen hikayelerini, Sadler vd. (2002) küresel ısınma, Walker ve Zeidler (2003) genetiği değiştirilmiş yiyecekler, Sadler (2007) HIV virüsü ve AIDS hastalığı gibi toplumda tartışmalara yol açan konuları bilimin doğasını öğretmede kullanmışlardır. Bunlara ek olarak tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımı (Kaya, 2005), yapılandırmacı öğretim tasarımı (Smith vd., 2000; Turgut, 2005; Ogan-Bekiroglu ve Şengül-Turgut, 2008), fen-teknoloji-toplum (STS) kursu (Çelik ve Bayrakçeken, 2006; Ayar, 2007), proje tabanlı öğretim (Gültekin, 2009), problem çözme yöntemi (Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar, 2007), özel durum çalışmaları (Wong vd., 2008; Gallucci, 2009) bilimin doğası öğretiminde kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar bilimin doğasının diğer fen konu alanları gibi bir bilişsel öğrenme alanı olarak kabul edilip sınıflarda açıkça öğretiminin yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Literatürde doğrudan yansıtıcı yaklaşım olarak adlandırılan bu yaklaşımın eksiklerini gidermek amacıyla daha önce söz edildiği gibi yeni açılımlara ihtiyaç duyulmakta ve özellikle kavramsal değişim yaklaşımı önerilmektedir.

Literatür incelendiğinde bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişimin bazı teknik ve modellerinin denendiği görülmektedir. Örneğin Biernacka (2006) bilimsel okuryazarlığı öğretmek amacıyla kavramsal değişim teorisine dayanan Common Knowledge Construction Model, Mumba vd. (2009) bilimsel teori ve kanunları öğretmede Posner vd. (1982)'nin önerdiği kavramsal değişim çatısına uyumlu dört aşamalı modeli kullanmışlardır. Kattoula vd. (2009) ise araştırmaya dayalı öğretim içerisinde bilimin doğası unsurları hakkında kavram haritaları hazırlatmışlardır. Bu kavram haritalarını hem bilimin doğasını öğretme hem de veri toplama amaçlı olarak kullanmışlardır. Kienhues vd. (2008) Genetik konusundaki alternatif kavramların giderilmesine yönelik hazırladıkları çürütme metinlerini epistemolojik inançları değiştirmeye katkı sağlayacak cümleler ile zenginleştirmişlerdir. Diğer bir ifadeyle epistemolojik inançlar çürütme metinlerinde dolaylı yaklaşım ile ele alınmıştır. Yukarıda da söz edildiği gibi kavramsal değişimin en güçlü ve son zamanlarda üzerinde oldukça fazla durulan tekniklerinden biri KDMdir. Literatürde doğrudan bilimin doğası unsurlarına odaklanan KDM rastlanmamıştır. Çalışmada hazırlanan bilimin doğası KDMnin bu yönüyle bir ilk olacağına inanılmaktadır. KDM ek olarak, öğrencilerin ele alınan bilimin doğası unsuru ile ilgili hazırladıkları şiir, resim, karikatür vb. ürünlerden Bilimin Doğası Kavram Panosu hazırlanmıştır. Ayrıca

ünite kapsamında verilen performans görevi de bilimin doğası öğretimine katkı sağlar niteliktedir. Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisinin temel noktasını KDM oluşturmaktadır. Pano için hazırlanan ürünler ve performans görevi ise destekleyici uygulamalardır.

Bilimin doğası bakış açılarını belirlemek üzere yapılan çalışmaların daha çok ortaöğretim, yüksek okul ve üniversite öğrencileri üzerinde yapıldığı, ilköğretim düzeyinde yapılan çalışmaların daha sınırlı olduğu görülmektedir. Çünkü ilköğretim öğrencilerinin uygun bilim bakış açısı geliştirip geliştiremeyeceği konusunda bazı tartışmalar vardır. İlköğretim öğrencilerinin bilim alanında yeterli yaşantıya sahip olmamalarının, bu öğrenim kademelerinde bilimin doğasını öğretmenin etkisiz olmasına neden olabileceği düşünülmektedir (Craven III vd., 2002). Fakat Kang vd. (2005, s:315)'in, Newton ve Newton (1992) ve Lederman ve O'Malley (1990)'den aktardığına göre; üst öğrenim kademesindeki öğrencilerin bilim hakkındaki yetersiz bakış açılarına çareler aramak yerine ilköğretim basamaklarında bilimin doğasını öğrencilere kazandırmak çok daha üretken bir çözüm yoludur. Yapılan çalışmalar ilköğretim birinci sınıf öğrencilerinin bile bilimin doğasının bazı unsurlarını anlayabileceğini göstermektedir (Akerson ve Volrich, 2006). İlköğretim üç ve dördüncü sınıf öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kawasaki vd., 2004). Ülkemizde öğrenciler 4. sınıfta fen eğitimi ile tanıştıklarından çalışmanın ilköğretim birinci kademe olarak adlandırılan 4 ve 5. sınıflarla değil de ikinci kademe yapılmasına karar verilmiştir. 6. sınıf, öğrencilerin tek öğretmenli sistemden çıkıp branş öğretmenleri ile karıştıktıkları bu nedenle ikinci kademeye alışma mücadelesi verdikleri bir yıldır. 8. sınıflar ise mezuniyet ve liseye geçiş aşamasında olduklarından, çalışmanın 7. sınıf düzeyinde yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Literatürde bilimin doğasının fen konu alanı bağlamı içinde mi yoksa konu bağlamından ayrı mı ele alınması gerektiği konusunda fikir birliği yoktur. Ancak bilimin doğası öğretiminde bağlamın önemli olmadığı Khisfe ve Lederman (2006) tarafından yapılan çalışmada tespit edilmiştir. Ülkemizde uygulanmakta olan ilköğretim programlarında bilimin doğasını ele alan ayrı bir ders olmadığından çalışma Fen ve Teknoloji dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle öğretim materyallerinin hazırlanacağı bir konu tespit edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Fen ve Teknoloji öğretim programlarında bilimin doğası unsurlarına en çok yer verilen ünite tespit edilmeye çalışılmıştır. FTTÇ kazanımlarından bilimin doğası unsurları ile ilgili olanların ünitelerdeki

dağılımı irdelenmiştir. Ancak bilimin doğası unsurlarından en az dört tanesine yer verilen bir ünite bulunamamıştır. Bu nedenle literatürde bilimin doğası öğretiminde çok fazla kullanılmayan, öğrenilmesi ve öğretilmesi güç bir konuda öğretim materyallerinin geliştirilmesinin daha yararlı olacağı düşünülmüştür. Bilimin doğasını fen konu bağlamında ele alan çalışmalar Evren (Kaya ve Kocakulah, 2006), Atom Teorileri (Irwin, 2000), Maddenin Yapısı, Karışımlar, Hal Değişimi, Sıcaklı ve Sıcaklık Değişimi, Yanma, Fosiller (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002), Elektrik Devreleri (Edmonson, 2005), Biyolojik Sınıflandırma (Friedman, 2006), Evrimin Orijini ve Darwin Teorisi (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Cavallo ve Mccall, 2008), Ay Gözlemleri (Abel vd., 2001), Orak Hücre Anemisi (Howe, 2003) konularında yürütülmüştür. Bu bağlamda bilimin doğası öğretiminde daha çok atom, genetik, evrim gibi konuların kullanıldığı Işık konusunun çok fazla kullanılmadığı dikkati çekmektedir. Işığın günlük hayatta en çok karşılaşılan fen konu alanlarından biri olduğu bu nedenle öğrencilerin çok küçük yaşlardan itibaren ışık hakkında deneyimler kazandıkları, bununla birlikte ışığın birçok özelliğinin soyut olduğu, ışık hakkında zihinlerde birçok alternatif kavramın olduğu bilinmektedir. Başka bir ifade ile ışık fiziğin öğretilmesi zor konularından biridir (Sprod ve Jones, 1996; Galili ve Lavrik, 1998; Galili ve Hazan, 2000; Warwick ve Stephenson, 2002; Eshach, 2003). Bütün bu sebeplerden dolayı çalışmanın Işık ünitesi bağlamında yapılmasına karar verilmiştir.

2004 yılı Fen ve Teknoloji Öğretim Programlarında yapılandırmacı öğrenme kuramı temel alınmaktadır. Kitaplar yapılandırmacı kuramın 5E modeline göre öğrenci ders, öğrenci çalışma ve öğretmen kılavuz olmak üzere üçlü set halinde hazırlanmaktadır. Bu nedenle hazırlanan bilimin doğası KDM ve etkinlikleri 5E modeline entegre edilmiş, üçlü kitap setleri hazırlanmıştır. Başka bir ifade ile çalışma kapsamında hazırlanan materyallerin programlar ile tamamen uyumlu olduğu, bu özelliği ile öğretmen, idareci ve öğrencilere okul uygulamaları dışında ekstra herhangi bir yük getirmeyeceği söylenebilir. Bu nedenle çalışma kapsamında hazırlanan öğretim materyallerinin sadece bu tez çalışması için özel olarak sağlanmış şartlarda değil normal eğitim öğretim sürecinde uygulanabilirliğinin yüksek olduğuna inanılmaktadır. Işık ünitesini etkili bir şekilde öğretebilmek amacıyla bilgisayar oyunu, power point sunum, deneyler, çalışma kitaplarında kavram haritası, yapılandırılmış grid gibi birçok etkinlik geliştirilmiştir. Bu materyallerin her birinin Işık ünitesini öğretmede öğretmenlere yardımcı olacağı düşünülmektedir. Fen ve Teknoloji öğretim programları kavram öğretimine önem

vermektedir. Yeni bilgiler eski bilgilerin üzerine inşa edildiğinden zihinlerdeki hatalı bilgilerin düzeltilmesi son derece önemlidir. Bu nedenle bilimin doğası KDM ve etkinlikleri mümkün olduğu kadar ışık ünitesindeki alternatif kavramlar ile birleştirilmeye çalışılmıştır. Diğer bir ifadeyle bilimin doğası unsuru ile ilgili deneyimlerin ışık ünitesindeki alternatif kavramlar üzerinden tecrübe edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu durum çalışmada hazırlanan materyallerin ışık ünitesindeki kavramsal değişime ve alternatif kavramların giderilmesine olan etkilerinin irdelenmesini zaruri hale getirmiştir.

Bilimin doğasını öğrenmemin yararları beş boyutta açıklanmaktadır. Bilimin doğa ile ilgili elde edilmiş bilgiler kümesi olmadığının, bilimin sürekli bir gelişim olduğunun, bugün doğru kabul edilen bilgilerin ileride değişebileceğinin öğrenciler tarafından anlaşılmasının ezbere öğrenmenin önüne geçebileceğine inanılmaktadır (Driver vd., 1996). Başka bir ifade ile bilimin doğasını anlamının fen konularını öğrenmeyi kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Ancak Lederman (2006) bilimin doğasının etkili bir şekilde öğretildiğinde öğrencilerin fen başarısının artıp artmayacağı konusunda yeterli deneysel çalışmaların olmadığını ifade etmektedir. Okullardaki fen eğitiminde de akademik başarının önemli olduğu göz önüne alınarak uygulamaların akademik başarıya nasıl yansıdığını tespit etme ihtiyacı hissedilmiştir. Çalışmanın bu alt probleminin bilimin doğasının öğrenilmesinin ne gibi yararları olduğu noktasındaki tartışmalara katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Eğitim alanında her türlü uygulamanın etkilerinin uzun süreli olması arzulanır. Bilimin doğası alanında yapılan çalışmalarda kalıcılık üzerinde fazla durulmadığı dikkati çekmektedir. Akerson vd. (2006) doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar (2007) ise problem çözme yönteminin kalıcılığını takip etmişlerdir. Bu iki çalışmanın sonuçları birbiri ile örtüşmemektedir. Bu nedenle gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının kalıcılığının takip edilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Çalışma bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi, doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamaları ve kullanılmakta olan kitap setleri arasında karşılaştırmalar yapmaya imkan sağlayacaktır. Böylelikle bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisinin, özellikle KDMnin etkili bir yol olup olmadığı ile ilgili bilgiler elde edilebilecektir. Ayrıca MEB tarafından önerilen kitapların özellikle bilimin doğası, kavramsal değişim ve alternatif kavramlar üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçların MEB yetkilileri için önemli bilgiler sunacağına inanılmaktadır.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, ışık ünitesi ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine araştırmacı tarafından hazırlanan iki ve MEB tarafından önerilen bir kitap seti olmak üzere üç farklı yolla öğretilmiştir. Araştırmacının hazırladığı kitap setlerinde MEB tarafından kullanılmakta olan kitap setleri gibi yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeli ile öğretim esas alınmıştır. Uygulanmakta olan kitaplardan farklı olarak, kitap setlerinden biri Işık ünitesi kazanımlarına paralel olarak geliştirilen bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi uygulamaları diğeri bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle zenginleştirilmiştir. Çalışmada bu üç farklı uygulamanın çeşitli değişkenler açısından etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmanın alt amaçları ise şunlardır:

1. Üç farklı uygulamanın öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları görüşleri nasıl etkilediğini ve bu etkilerin kalıcılığını değerlendirmek,
2. Üç farklı uygulamanın Işık ünitesinde kavramsal değişimi sağlamaya ve bu değişimin kalıcılığına olan etkilerini karşılaştırmalı olarak irdelemek,
3. Işık ünitesinde öğrencilerin en çok alternatif kavramlara sahip oldukları noktaları belirlemek ve çalışma kapsamında gerçekleştirilen farklı uygulamaların bu kavramların giderilmesine etkilerini kalıcılıkları ile birlikte irdelemek,
4. Üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkilerini incelemek ve bu etkilerin kalıcılığını takip etmektir.

Bu bağlamda araştırmanın değişkenleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1. Araştırmanın değişkenleri

Grup	Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Değişkeni	Değişmezlik Değişkeni
Deney 1	KDM Bilimin Doğası Kavram Panosu Işık Ünitesi Kavram Panosu Bilimin doğası performans görevi	Bilimin doğası üzerine görüşler Kavramsal değişim Alternatif kavramlar Akademik başarı	Işık ünitesi 5E modeli ile öğretim	Uygulama öğretmenleri
Deney 2	Bilimin doğası etkinlikleri Işık Ünitesi Kavram Panosu Bilimin doğası performans görevi			
Kontrol	Dolaylı yaklaşım			

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Kabulleri

Bu araştırmanın sınırlılıkları şöyle ifade edilebilir:

1. Çalışma Trabzon ili, Akçaabat ilçesi Yıldızlı TOKİ İlköğretim Okulu'nda gerçekleştirilmiştir. Okulda 7. sınıf düzeyinde bulunan dört sınıftan üçünde öğrenim gören 66 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu örneklem ile sınırlıdır.
2. Araştırmada 7. sınıf Işık ünitesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen her türlü öğretim materyali ilköğretim 7. sınıf Işık ünitesi kazanımlarıyla uyumludur.
3. Çalışma kapsamında geliştirilip uygulanan kitap setlerinden biri bilimin doğası unsurlarına yönelik olarak hazırlanan KDM ile zenginleştirilmiştir. Bu kitap setinin kullanıldığı grupta, her bir KDMnin uygulanmasından sonra öğrencilerden ele alınan bilimin doğası unsuru/unsurları ile ilgili şiir, karikatür, tekerleme, bilmece vb. hazır kendi yaratıcılıklarını kullanmalarına imkan veren ürünler hazırlamaları istenmiştir. Diğer bir ifadeyle bu gruptaki bilimin doğası öğretimi sadece KDMden oluşmamaktadır. KDM temel nokta olup destekleyici unsurlarda

yer almaktadır. Bu nedenle KDM ile zenginleştirilen kitap setinin kullanıldığı gruptaki uygulamalar kavramsal değişim pedagojisi olarak kabul edilmiştir.

4. Üç farklı öğretim materyali iki öğretmen tarafından uygulanmıştır. Öğretmenlerden biri bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile zenginleştirilen öğretim materyalini uygulamıştır. Diğer öğretmen ise hem bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi ile zenginleştirilen hem de MEB tarafından kullanılmakta olan kitap setini uygulamıştır. Bir öğretmenin iki farklı materyali uygulaması bu çalışmanın bir sınırlılığı olabilir.
5. Geliştirilen bilimin doğası KDM ve etkinliklerinde bilimin geçici, deneysel, öznel, hayal gücü ve yaratıcılık, sosyal ve gözlem ve çıkarımlar arasındaki fark unsurları üzerine odaklanılmıştır. Bu nedenle çalışma bilimin doğasının bu altı unsuru ile sınırlıdır.
6. Çalışma kapsamında hazırlanan bilimin doğası KDM ve etkinlikleri öncelikle bilimin doğası alanında bilimsel olarak kabul edilen görüşleri kazandırmaya yöneliktir. Bilimin doğası unsurları ile ilgili yeterli görüşler ışık konusundaki muhtemel alternatif kavramlar üzerinden ele alınmıştır. Bu bağlamda ışık konusundaki alternatif kavramları gidermek KDM ve etkinliklerin ikincil amacıdır. KDM ve bilimin doğası etkinlikleri ışık hakkındaki alternatif kavramların tamamını kapsamamaktadır. Bunun en önemli sebebi ünitenin öğretim programında belirtilen zaman diliminde bitirilmesi gerekliliğidir.
7. Araştırmacı tarafından geliştirilen iki farklı kitap setinin yanı sıra bir sınıfta MEB tarafından dağıtılan kitap seti kullanılmıştır. MEB tarafından onaylanan birden fazla kitap bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışmada mevcut durumda kullanılmakta olan materyallerle ilgili sonuçlar tek bir kitap setinden ve sadece ışık ünitesi bölümünden elde edilmiştir.
8. Literatür incelendiğinde kavramsal değişimin farklı şekillerde tanımlandığı görülmektedir. Örneğin Westbrook ve Rogers (1992) kavramsal değişimi öğrencilerin düşüncelerini bilim insanlarının ki ile benzer çizgiye getirmek olarak tanımlamıştır. Bu tanım kavramsal değişimi bir öğretim stratejisi olarak ele aldığı yönünde eleştirilmektedir. Chi ve Roscoe (2002) göre alternatif kavramları gidermek kavramsal değişimdir. DiSessa (2002) bireylerin zihinlerinde var olan küçük bilgi parçalarının bileştirilerek karmaşık bir bütün oluşturulmasını kavramsal değişim olarak adlandırmaktadırlar. Vosniadou (2002) göre ise

kavramsal değişim öğrencilerin zihinlerinde farklı kavramları birleştirmek sürecidir. Bu süreç öğrencilerde var olan açıklayıcı çerçeve ile başlar. Hewson (1992) ise kavramsal değişimde, değişim kavramının ön plana çıktığını ifade etmekte ve değişimi üç farklı şekilde ele almaktadır. Bunlar: bir şeyin tamamen farklı bir şeye dönüşmesi, bir şeyin bazı bölümlerinin değişmesi ve son olarak başlangıçtakine eklemeler yapılarak genişletilmesidir. Bu çalışmada kavramsal değişim Hewson (1992)'nın bakış açısına dayalı olarak öğrencilerin zihinlerinde var olan fikirlerin tamamen değişmesi, sahip oldukları ön bilgilerden hatalı olanları düzelterek bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamalara ulaşmaları ve eksik kavramlarını tamamlayarak yeni bir zihinsel yapılanmaya gitmeleri olarak ele alınmıştır.

9. Fen ve Teknoloji öğretim programlarında kazanımlar konu içeriği, BSB, FTTÇ ve TD öğrenme alanlarında düzenlenmiştir. Çalışma Işık ünitesi bağlamında gerçekleştirildiğinden konu içeriği öğrenme alanı 7. sınıf düzeyinde ele alınan ışık konularıdır. Öğretim programlarında öğrencilerin ışık ile ilgili bilgileri öğrenirken BSB, FTTÇ ve TD kazanımlarını elde etmeleri beklenmektedir. Bu çalışmada BSB, FTTÇ ve TD kazanan öğrencilerin bunun bir yansıması olarak ışık ile ilgili kazanımları içselleştirdiklerine inanılmıştır. Buna bağlı olarak genel başarı akademik başarı olarak kabul edilmiştir.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmada öğrencilerin bilimin doğası görüşleri açık uçlu anket, kavramsal değişimleri iki aşamalı kavram testi, akademik başarıları ise çoktan seçmeli test ile elde edilmiştir. Bu veri toplama araçlarının öğrencilerin düşünce ve anlamalarını tam olarak yansıttığı, katılımcılar tarafından içtenlikle yanıtlandığı varsayılmıştır.
2. Çalışmayı yürütecek öğretmenlerin tespitinden sonra bu öğretmenlerin bilimin doğası ve kavramsal değişim metinleri hakkında daha önce eğitim almadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle öğretmenlere üç defa ikişer saat olmak üzere eğitim verilmiştir. Ayrıca ünitenin işlenişi sırasında sürekli destek olunmuştur. Hem pilot hem de asıl uygulamada her bir dersten önce neler yapılacağı öğretmenler ile yapılan toplantılarda gözden geçirilmiştir. Pilot uygulamada deneyim

kazanmış olmaları nedeniyle asıl uygulamaya aynı öğretmenler ile devam edilmiştir. Bu nedenlerle öğretmenlere bilimin doğası, bilimin doğası öğretiminde doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kavramsal değişim pedagojisi hakkında verilen eğitim ve desteğin yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.7. Konuyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde öncelikle bilimin doğası ve kavramsal değişim hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Bilimin doğasını öğretme yaklaşımları, kavramsal değişimi sağlamada KDM hakkında bilgiler sunulmuştur. Ayrıca bilimin doğası ve Işık hakkında literatürde yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

1.7.1. Bilimin Doğası ile İlgili Genel Bilgiler

Bilimin doğasının bilim felsefecileri, sosyologları ve tarihçileri tarafından üzerinde fikir birliğine varılmış özel bir tanımı bulunmamakla birlikte fen eğitimi reform dokümanlarında (AAAS, 1993; NRC, 1996; Proje 2061) ve literatürde yapılan çalışmalarda bilimin doğasının ne anlama geldiği, öğrenilmesinin niçin önemli olduğu ve öğrencilere nasıl öğretileceği ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. K-12 seviyesi öğrencilerinin kazanabilecekleri bilimin doğası unsurları şu şekilde sıralanmaktadır:

- a) Bilimsel bilgiler geçicidir,
- b) Bilimsel bilgi deneyseldir,
- c) Bilimsel bilgiler kısmen insan yaratıcılığı ve hayal gücü ile üretilir,
- d) Bilimsel bilgi teori yüklüdür (öznel),
- e) Bilimsel bilgi toplum ve kültür içinde oluşturulur,
- f) Gözlem ve çıkarımlar arasında far vardır.

Ayrıca, gözlem ve çıkarımların rolünün anlaşılmasına bağlı olarak bilimsel teori ve kanunların fonksiyonu ve aralarındaki ilişkilerinde yukarıda belirtilen unsurlara ilave edilebileceği önerilmektedir. Bilimin doğasının bu unsurlarından 6-8. sınıf Fen ve Teknoloji öğretim programlarının FTTÇ kazanımlarında yer alanları Tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2. Bilimin doğası unsurları ile fen ve teknoloji öğretim programları FTTÇ kazanımları arasındaki ilişki

Bilimin Doğası Unsuru	Fen ve Teknoloji Öğretim Programı FTTÇ Kazanımları
Geçici	Bilimsel bilginin, yeni kanıtlar ortaya çıkması durumunda nasıl değişip geliştiğine örnekler verir (FTTÇ-3). İnceledikleri doğal olaylar hakkında geçmişte ve günümüzde ortaya atılmış ve kabul görmüş olan düşünceleri ve teorileri belirler ve karşılaştırır (FTTÇ-2). Fen ve teknolojinin olumsuz etkilerine yine fen ve teknolojideki gelişmelerle önlem almanın olası olduğunu, böylece bu etkilerin azaltılabileceğini veya giderilebileceğini anlar (FTTÇ-29).
Deneysel	Bilimsel bilginin gelişiminde deney yapar, delil toplar, olaylar ve kavramlar arasında ilişki kurar, olası açıklamalar önerir ve hayal gücünün rolünü tanımlar ve örneklerle açıklar (FTTÇ-1). Bilimsel iş görmenin unsurlarını (bazen yalnız ve bazen birlikte çalışmak, meslektaşlarla sürekli iletişim içinde bulunmak) anlar (FTTÇ-13).
Hayal gücü ve yaratıcılık	(FTTÇ-1)
Öznel	(FTTÇ-2)
Sosyokültürel	Farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklar (FTTÇ-14). Kendi alanlarında dünya çapında üne sahip Türk bilim adamlarına ve bilime katkılarına örnekler verir (FTTÇ-15). Fen ve teknoloji uygulamalarının birey, toplum ve çevre üzerine olumlu veya olumsuz etkiler yapabileceğini anlar (FTTÇ-28). Bilimin ve teknolojinin gelişmesinde önemli bir sürükleyici gücün bireysel, toplumsal ve çevresel ihtiyaçlar olduğunu fark eder (FTTÇ-30). Belirli bir bilimsel veya teknolojik gelişimin bireye, topluma ve çevreye olumlu veya olumsuz, öngörülen veya öngörülmeyen etkileri olabileceğini örneklerle açıklar (FTTÇ-32). Farklı kültürlerden birçok kadın ve erkeğin fen ve teknolojiye geçmişte ve günümüzde katkıda bulunduğunu ve bulunmaya devam edeceğini fark eder (FTTÇ-35).
Gözlem ve çıkarımlar arasındaki fark	(FTTÇ-1), (FTTÇ-2)

Yapılan çalışmalar bilimin doğasının unsurları hakkında zihinlerde birçok yanlış anlama olduğunu ortaya koymuştur. Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan düşünceler Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Bilimin doğası unsurları ve bu unsurlara ilişkin doğru olmayan fikirler

Bilimin Doğası Unsuru	Kabul Edilebilecek Açıklamalar	Doğru olmayan düşünceler
Bilim hakkında genel düşünce	Bilim doğal dünyayı kapsamlı olarak araştırmak, onunla ilgili bilgiler elde etmektir. Bilim bütün sorulara cevap veremez. Bu nedenle bilim, bilmenin özel bir yoludur (İrez, 2004).	Bilim Dünya ile ilgili gerçekleri ortaya koyar (Dotger, 2006; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) bu nedenle de doğruluğu kanıtlanmış bilgiler kümesidir (Sutherland ve Dennick, 2001). Ayrıca bilim ve teknoloji aynı kavramlardır. Birçok kişi televizyon, roket, bilgisayar, buzdolabı vb. bilim olduğuna inanmaktadır (Mc Comas, 2000).
Geçici	Bilimsel bilgiler hem güvenilirlerdir (insanlar bilimsel bilgilere güvenebilir) hem de geçicidir. Bir konuda yeni verilerin elde edilmesi ile hatalar giderilebilir veya eksikler tamamlanabilir. Bazen de mevcut verilerin farklı bir bakış açısı ile yeniden yorumlanması var olan bilgileri değiştirebilir (Akerson vd., 2006). Bu bağlamda bilimsel bilgiler mutlak doğrular değil bugün kabul edilen en iyi açıklamalardır.	Bilimsel bilgiler mutlak, değişmez. Bazı araştırmalar öğrencilerin (Freidman, 2006; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002), öğretmen adayları veya öğretmenlerin (Murcia ve Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b) hatta doktora öğrencilerinin bile (İrez, 2006) bilimin geçici olduğu boyutunda yetersiz kavramlara sahip olduğunu göstermektedir. Bilimin geçici olmasının bir nedeni de kendi hatalı olan bölümlerini zaman içinde düzeltmesidir. Fakat bilimin hata yapabileceği sıklıkla göz ardı edilmektedir (Mc Comas, 2000).
Deneysel	Bilimsel fikirlerin geçerli olabilmesi için doğru verilere ihtiyaç vardır. Bilimsel bilgiler doğal fenomenler ile ilgili gözlemlere bağlı olarak ortaya çıkar, gözlem ve ölçüm sonuçlarına dayanır. Elde edilen bulgular diğer bilim insanları tarafından kontrol edilir. Yeni verilerin ortaya çıkması durumunda deliller tekrar gözden geçirilir (Proje, 2061).	Öğrenciler okullarda deney raporu hazırlarken, başka insanların aynı yöntemi izleyerek benzer sonuçlar elde edebilmeleri için deneyde nasıl bir yol izlediklerini açıkça sunmaktadırlar. Bu durum öğrencilerin, profesyonel bilim insanlarının birbirlerinin sonuçlarını kontrol etmek amacıyla tekrar gözden geçirildiği bakış açısı geliştirmelerine yol açabilmektedir (McComas, 2000). Öğrencilerin genellikle deneyler yalnızca bilimsel bilgilerin doğruluğunu kanıtlamak için yapılır şeklinde düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b).

Tablo 3'ün devamı

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

Tablo 3'ün devamı

Gözlem ve çıkarımlar arasındaki fark	Bilim insanları deneyler ve kapsamlı gözlemler yolu ile veriler elde ederler. Sonuca ulaşmak için elde edilen verilerin yorumlanması gerekir. Bilim insanları sahip oldukları ön bilgileri, akıl yürütme vb. zihinsel süreçlerini kullanarak çıkarımlarda bulunurlar. Gözlemlere duyularla doğrudan erişilir fakat çıkarımlara duyularla doğrudan erişilemez. Örneğin, ortalama küresel ısınma ve karbondioksit miktarının ölçülmesi, bilim insanlarının gözlemlerini temsil eder. Bu ölçümlere dayanarak bilim insanlarının yakın bir gelecekteki küresel ısınma ve karbondioksit miktarı hakkında ileri sürdükleri sonuçlar çıkarımlardır (Abd-El Khalick vd., 1998; Küçük, 2006).	Bilim insanlarının doğa ile ilgili bir şeyler öğrenmek için, üzerinde çalıştıkları şeyi mutlaka görmeleri veya hissetmeleri gerekir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Akerson vd., 2006; Küçük, 2006).
Teori ve kanunların doğası	Teori ve kanunlar farklı bilimsel bilgilerdir ve farklı fonksiyonlara hizmet ederler. Kanunlar gözlenen doğa olayları hakkındaki genellemelerdir. Teoriler ise bu genellemelerin açıklamalarıdır. Teoriler elde edilen kanıtlara bağlı olarak kanun haline gelmez fakat kanıtların artması teoriyi daha güvenilir yapar (Dagher vd., 2004).	Bilimin doğasının bu unsurunda birbiri ile ilişkili ve çok çeşitli yanlı anlamalar vardır. Örneğin; kanunlar, doğrudan gözlemler sonucu oluşturulur ve kolaylıkla doğrulukları ispatlanabilir (Dagher vd., 2004). Teoriler, olgunlaşmamış kanunlardır, yeteri kadar kanıt elde edildiğinde kanun haline gelirler (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Yalvaç vd., 2007). Bu nedenle teoriler değişebilir fakat kanunlar mutlak gerçeklerdir ve değişemezler (Griffiths ve Barman, 1992; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Gürses vd., 2005). Bütün bu sebeplerden dolayı teoriler kanunlar kadar güvenilir bilgiler değildir (McComas, 2000).

Bu unsurlar incelendiğinde; bilimin doğasının daha çok bilimsel bilginin özellikleri ile ilgili olduğu ve bilimsel bilgilerin nasıl oluşturulduğundan elde edildiği görülmektedir (Lederman, 2006). Bilimin doğası, bilimsel bilginin doğası ve bilimsel süreçler genellikle birbiri ile karıştırılmaktadır. Bu kavramlar birbiri ile yakından ilişkili olmasına rağmen, aralarındaki farkı algılamak son derece önemlidir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Bell vd., 2000; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Küçük, 2006; Lederman, 2006; Muşlu ve Macaroğlu-Akgül, 2006). Gözlem yapmak, verileri toplamak ve kaydetmek, hipotez kurmak ve test etmek, elde edilen verilerden sonuca ulaşmak bilimsel süreçlerdir. Bilimsel bilgiler bu süreçler sonunda elde edilen ürünlerdir. Örneğin; bir öğrencinin açık ve koyu renkli cisimlerin Güneş ışığı altında sıcaklık değişimlerini takip etmesi bilimsel süreç becerisidir. Bu gözlem sonucunda ışığın soğurulması ile cismin rengi arasında ilişki kurulması bilimsel bilgidir. Bilimin doğası ise bütün bilimsel etkinliklerin altında yatan epistemolojik kabullerdir. Bilim insanlarının uzun yıllardır ışık üzerine çalıştıklarının, bugün doğru olarak kabul ettiğimiz bilgilerin nasıl icat edildiğinin, ışık hakkında bildiklerimizin gelecekte değişebileceğinin vb. fark edilmesi ise bilimin doğasını anlamaktır. Bu bağlamda bilimin doğası bilimsel bilginin doğasını, bilimsel süreçleri içine alan daha geniş bir kavramdır. Ancak bunlar arasında hiyerarşik bir yapı olduğu da düşünülmemelidir. Bu kavramların hepsi yan yana, hepsi aynı derecede önemli ve birbiri ile ilişkili bir zincir şeklindedir.

1.7.1.1. Bilimin Doğası Öğretim Yaklaşımları

Bilimin doğası öğretiminde dolaylı, doğrudan yansıtıcı ve tarihsel olmak üzere üç yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların her birinin etkililiğini arttırmak üzere farklı yöntem ve teknikler ile örneğin proje tabanlı, özel durum çalışması, karikatür, işbirlikli öğrenme, araştırmaya dayalı, probleme dayalı, proje tabanlı, tartışma teorisine dayalı vb. uygulandığına literatürde rastlanmaktadır.

1.7.1.1.1. Dolaylı Yaklaşım

Bu yaklaşıma göre; uygulamalı araştırma etkinlikleri veya bilimsel süreç becerilerinin öğretiminin yapıldığı, bilimin doğasından açıkça bahsedilmediği uygulamalar öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını geliştirebilir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a). Dolaylı yaklaşımın kullanıldığı sınıflarda öğrenciler, birer bilim insanı gibi çalışırlar. Hipotez kurar, gözlemler yapar, veri toplar, verilerini kaydeder, elde ettikleri verilerden çıkarımlarda bulunur, hipotezlerinin doğruluğunu test eder, sonuca ulaşırlar ve sonuçlarını arkadaşlarıyla paylaşırlar. Bu etkinlikler sırasında öğrencilerin, aynı konu üzerinde farklı fikirlerin ileri sürülebileceğini, aynı olayı gözlemleyen iki kişinin farklı sonuçlar elde edebileceğini, elde edilen verilerden çıkarımlarda bulunulması gerektiğini fark etmeleri beklenir. 1960-1970’li yıllarda geliştirilen birçok müfredat örneğin Physical Science Study Curriculum (PSSC) ve Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) temel olarak öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Fakat yapılan araştırmalar PSSC müfredatının öğrencilerin bilimin doğası bakış açısını desteklemede geleneksel ders kitabına dayalı müfredatlardan daha etkili olmadığını, BSCS nin sarı versiyonunu kullanan yüksek okullarda, öğrencilerin bilimin doğasını anlamasının diğer müfredatlardan farklı olmadığını göstermiştir. BSCS nin sarı versiyonunun kullanıldığı ilköğretim okulları ile geleneksel Biyoloji dersi müfredatının uygulandığı ilköğretim okullarının karşılaştırıldığı çalışmada ise bilimin doğasının gelişimci ve test edilebilir boyutlarını anlamının deney grubunda önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Aktaran; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002, s:553). Bu nedenle bilimin doğasının fen etkinlikleri yaparken elde edilebilecek ikincil bir öğrenme ürünü olmadığı fikri ortaya atılmıştır.

1.7.1.1.2. Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım

Bu yaklaşım, dolaylı yaklaşımın aksine bilimin doğası kavramlarının geliştirilmesini, konu merkezli veya bilimsel yöntem uygulamalı sınıflarda elde edilebilecek bir yan ürün olmadığını, bilişsel bir öğrenme ürünü olduğunu kabul eder, derslerde açıkça ele alınması ve doğrudan öğretilmesi gerektiğini savunur (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Ancak bu öğretmenin konuyu açıkladığı sunuş yoluyla öğretim anlamına gelmemektedir. Bu yaklaşımda bilimin doğası unsurları, diğer fen konuları, ilke, teori ve kanunları gibi ele alınır ve bilimin doğasını öğretmeye özel çaba harcanır. Bilimin doğası unsurlarını

kapsayan, çeşitli materyaller hazırlanır ve ders içerisinde uygulamaya konur. Öğrencilerin bu etkinliklerde bilimin doğası hakkında çıkarımlarda bulunmaları beklenir ve en önemlisi bilimin doğası unsurlarının açıkça tartışıldığı öğrenme ortamları oluşturulur. Bütün bunlara ek olarak öğrencilerin etkinliklerden elde ettikleri kazanımlar ile bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar arasında bağlantılar kurmaları, yansıtılarda bulunmaları beklenir.

Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) 6. sınıf düzeyinde doğrudan yansıtıcı ve dolaylı öğretimin etkilerini karşılaştırmışlardır. On haftalık öğretim uygulamalarından sonra dolaylı öğretimin yapıldığı öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarında değişim olmadığı, doğrudan öğretimin yapıldığı grupta ise öğrencilerin çoğunun, çalışmada ele alınan bilimin doğası unsurlarından bir veya daha fazlasında bilgilendiği tespit edilmiştir. Katılımcıların bilimin doğası kavramlarını geliştirmede araştırmaya dayalı doğrudan öğretimin araştırmaya dayalı dolaylı öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilimin doğası, bilimsel araştırmaya dayalı etkinliklerle otomatik olarak öğrenilir görüşünün bu çalışma sonucu ile ters düştüğü, bilimin doğası kavramlarının bilişsel bir öğrenme ürünü olduğu ve doğrudan yansıtıcı öğretim yaklaşımı gerektirdiği ifade edilmiştir. Akerson vd. (2006) ise hizmet öncesi öğretmenlere yönelik hazırladıkları kursta, bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım felsefesi içerisinde ele almışlardır. Öğrencilerin doğrudan yansıtıcı öğretim yönteminin uygulandığı kurs sonunda bilimin doğası bakış açılarının önemli derecede geliştiği fakat beş ay sonra kurs sonunda elde ettikleri yeni kavramlarını devam ettiremedikleri, eski kavramlarına geri döndükleri tespit edilmiştir.

1.7.1.1.3. Tarihsel Yaklaşım

Tarihsel yaklaşımda, öğrencilerin bilimin doğası bakış açısını geliştirmek için, öğretimi yapılan konuda zaman içerisinde ortaya çıkan bilimsel gelişmeler, bu alana katkı yapan bilim insanlarının çalışmaları, hayat hikayeleri, yaşadıkları toplum ve kültür vb. ile ilgili materyaller hazırlanır. Bu yolla öğrencilerin bilimsel bilgilerin dinamik bir yapıda olduğunu, bilim insanlarının yaşadıkları toplumun koşullarının çalışmalarını etkileyebileceğini, farklı kültürlerden insanların bilime katkılar sağladığını fark etmeleri amaçlanır. Liseler için Bilimsel Örnek Olayların Tarihi (History of Science Cases for High Schools) (HOSC) ve Harvard Fizik Projesi (Harvard Project Physics) (HPP) kursu tarihsel yaklaşıma dayalı geliştirilen iki önemli müfredat olarak bilinmektedir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002). Bilim tarihinin bilimin doğası öğretimine katılmasında iki farklı yaklaşım

vardır. Ekleme olarak adlandırılan birinci yaklaşımda, ders konuları işlenirken, konunun öğretimine paralel olarak, bilim tarihinden örnekleri içeren yazılar okunur. İkinci yaklaşım bütün yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır. Bu yaklaşımda, ele alınan konu ve bilimin doğası tarihsel bir hikayenin içine gömülür. Bu tarihsel hikaye öğretimin bel kemiğini oluşturur. Bu yaklaşımda, konu alanı ve bilim tarihi bir bütünün ayrılmaz parçalarıdır. Bütün yaklaşımı iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Birinci uygulamada, öğrenciler konu ile ilgili bir tarihsel hikaye okurlar, bu hikayeye bağlı olarak çalışırlar ve sonuçlar çıkarırlar. İkinci yaklaşımda ise öğrenciler tekrar edilebilir tarihsel durumda, kendi hipotezlerini kurar, veriler toplar ve sonuca ulaşırlar. Bu uygulama diğerlerine göre öğrenci merkezli öğretime daha uygundur (Howe, 2003). Bazı araştırmacılar (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Howe, 2003) tarihsel materyallerin doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile birleştirilmesinin daha olumlu sonuçlar vereceğini ileri sürmektedirler. Ancak Şeker ve Welsh (2006)'ın yaptıkları çalışmada tarihsel yaklaşımın doğrudan yansıtıcı veya dolaylı yaklaşım şeklinde uygulanmasının öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları üzerinde benzer etkiler yarattığı belirlenmiştir. Irwin (2000) atom teorilerinin tarihsel gelişimini kullanarak bilimin doğasını öğretmeye çalışmıştır. Çalışmada tarihsel yaklaşımın fen konu alanını öğretmeye katkısı olmadığı fakat öğrencilerin bilimsel bilgilerin nasıl geliştiği hakkında önemli kazanımlar elde ettiği tespit edilmiştir. Örneğin; öğrenciler Dalton'un elindeki eksik verileri hayal gücü ve yaratıcılığını da kullanarak teoriye dönüştürdüğünü fark etmişlerdir. Bilimsel bilgilerin durağan olmadığını, bütün bilimsel bilgilerin tartışmaya açık olduğunu, eleştirilebileceğini anlamışlardır. Bilimsel bilgilerin ilerlemesinin teknolojinin ilerlemesine bağlı olduğu çıkarımını yapmışlardır. Şeker ve Welsh (2006) sekizinci sınıf düzeyinde, kuvvet ve hareket ünitesi içinde tarihsel yaklaşımı uygulamışlardır. Uygulanan etkinlikler sonunda sınıfların hepsinde anlamlı öğrenme puanları yükselmiştir. Bu nedenle tarihsel yöntemi kullanmanın anlamlı öğrenme üzerinde olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bilim insanlarının kişisel yaşamlarını anlatan hikayelerin öğrencilerin fen ile ilgilenmesini olumlu yönde etkilerken, bilim insanlarının tarih içinde karşı karşıya geldikleri zıt fikirlerin ve bilimsel bilgilerin oluşturulma süreçlerinin tartışılması öğrencilerin fenle ilgilenmelerini azalttığı çalışmadan elde edilen diğer bir sonuçtur. Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b) tarihsel yaklaşımın diğer sınırlılıklarını ise şu şekilde ifade etmektedirler: Tarihsel yaklaşım okuma parçası şeklinde uygulandığında, öğrencilerin verilen materyali kendisinin sahip olduğundan farklı bir kavramsal yapı içinde yorumlamasını, bilim insanının dünya

görüşüne uygun düşünmesini ve yaşadığı dönemle ilişki kurmasını gerektirmektedir. Ayrıca, verilen tarihsel materyalin günümüzde geçerliliğini kaybetmiş olması, öğrencilerin uzun yıllar önce yapılan çalışmaların bugün bilimin ulaştığı noktaya gelmesinde önemli yapı taşları olduğunu göz ardı etmelerine neden olabilmektedir. Tarihsel yaklaşımda diğer bir engel ise, öğrencilerin öğrendiklerini farklı kontekslere aktarmada başarısız olmalarıdır. Örneğin öğrenciler kimya konusunda öğrendiklerini fizik konularına aktarmada başarısız olmaktadır.

Bütün bu açıklamalardan sonra bilimin doğası öğretiminde dolaylı ve doğrudan yansıtıcı yaklaşımlar arasındaki temel farklılığın uygulanan etkinlikte değil, etkinliğin sınıf ortamına aktarılma biçiminde olduğunu söylemek mümkündür. Uygulamalı bir fen etkinliği veya laboratuvar çalışması bilimin doğası unsurları üzerine herhangi tartışma yapılmadan gerçekleştiriliyorsa bu dolaylı yaklaşımdır. Ancak öğretmen etkinlik veya deney sırasında bilimin doğası unsurları hakkında sorular yöneltiyor bu konular üzerine tartışılıyor, öğrencilerin kendi yapmakta oldukları deney, sınıf ortamında tecrübe ettikleri deneyim ile bilim insanlarının yaşantıları arasında bağlantılar kuruyorlar ise bu sınıf ortamında doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulanıyor demektir. En basit olarak deney sırasında gözlemlenen bir durum örneğin gaz çıkışı, renk değişimi, koku vb. farklı öğrenciler tarafından farklı gerekçelere dayandırılıyor veya bu gözlemden farklı genellemelere gidiliyor, öğretmen bu noktadan yola çıkarak bilim insanlarının yaşadığı benzer durumların örneklendirilmesine yol gösterici oluyor ise doğrudan yansıtıcı yaklaşımın uygulandığı söylenebilir. Tarihsel yaklaşımda ise temel olan nokta bir durumun tarihsel bir süreç içerisinde incelenmesidir. Bu inceleme okuma metni şeklinde olabileceği gibi uygulamalı bir etkinlik, video vb. olabilir. Dolaylı ve doğrudan yansıtıcı yaklaşımda da bilim tarihinden faydalanılabilir. Ancak burada esas olan nokta tarihsel bir süreci aşamalı olarak incelemek değildir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımda bilim tarihinden örnekler verilerek bilimin doğası unsurları üzerine tartışmalar yapılabilir. Örneğin bilimsel bilgilerin geçiciliği periyodik tablo üzerine çalışan bilim insanlarından örnekler verilerek açıklanabilir. Dolaylı yaklaşımda ise bilim tarihinden örnekler verilir örneğin bir bilim insanının hayat hikayesi okunur ancak bilim doğası unsurları açıkça ele alınmaz.

1.7.1.1.4. Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Yaklaşımı İçinde Ele Alınması

Bilişsel öğrenme kuramları yeni bilgilerin öğrenilmesinde ön bilgilerin önemli olduğunu, yeni bilgilerin eskilerle ilişkilendirilerek öğrenildiğini kabul eder. Öğrenciler diğer fen kavram ilke ve kavramlarında olduğu gibi, bilim ile ilgili de ön yaşantılara sahiptirler. Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili kendi bakış açılarının farkına varmasıyla başlar. Amaçlı etkinlikler veya tartışmalar ile öğrencilerin sahip oldukları zayıf bakış açısından rahatsız olmaları sağlanır. Daha sonra araştırmaya dayalı veya fen temelli etkinlikler bilimin doğası ile birleştirilir, öğrencilere yeni elde ettikleri bakış açılarını uygulama fırsatı verilir. Bu uygulamaların bilimsel bilginin gelişmesini ve özelliklerini gösterir nitelikte olmasına özen gösterilir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002, p: 574). Literatürde kavram haritalarının, Posner vd. (1982)'nin dört aşamalı kavramsal değişim modelinin, Common Knowledge Construction Model'in, bilimin doğası öğretiminde kullanıldığı görülmektedir. Bütün bunlara ek olarak dolaylı yaklaşım içerisinde uygulanan çürütme metinlerinin de bu alanda kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bu uygulamada çürütme metinlerinde fen konu alanı hakkındaki alternatif kavramlar düzeltilmeye çalışılırken aynı zamanda öğrencilerin bilimin doğası hakkında çıkarımlarda bulunmaları beklenmiştir. Uygulama bazı noktalarda olumlu sonuçlar sağlamakla beraber bazı öğrencilerin görüşlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

1.7.2. Kavramsal Değişim Yaklaşımı ile İlgili Genel Bilgiler

Bir olay hakkında bireylerin kendi kişisel deneyimlerine, okullardaki daha önceki öğretime ve günlük konuşma diline bağlı olarak oluşturdıkları açıklama ve fikirler mevcuttur. Bu bilgiler bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamalar ile uyum göstermiyor ise alternatif kavram olarak adlandırılmaktadır. Suping (2003)'inde belirttiği gibi alternatif kavramların belki de en önemli özelliği değişime dirençli olmalarıdır. Başarı seviyesi yüksek öğrenciler bile alternatif kavramlarını terk etmekte zorlanmaktadır (Guzzetti, 2000). Günümüzde kabul gören öğrenme kuramları yeni bilgilerin öğrenilmesinde mevcut zihin yapısının diğer bir ifadeyle ön bilgilerin önemine işaret eder. Alternatif kavramlar ile dolu bir zihnin karşılaştığı yeni kavramları ve olayları yanlış veya eksik yapılandırması kaçınılmazdır. Bu nedenle yeni bilgilerin öğrenilmesinden önce öğrencilerin zihinlerinde alternatif kavramların olup olmadığının tespit edilmesine, mevcut alternatif kavramların

giderilmesi için önlemler alınmasına ihtiyaç vardır. Bu durum kavramsal değişim yaklaşımını ön plana çıkartmıştır.

En basit olarak kavramsal değişim; bir olay ile ilgili öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilen açıklamalar ile uyuşmayan ısrarlı bakış açılarının değiştirilmesi olarak tanımlanabilir. Hewson (1992) değişimi üç şekilde tanımlamaktadır. Bunlardan ilki öğrencilerin sahip oldukları ön kavramları bütünü ile bırakarak istenen kavramları kazanmalarındır. İkinci durumda öğrencilerin sahip oldukları ön kavramların hatalı ve kabul edilebilir tarafları olabilir. Böyle durumlarda hatalı bölümlerin düzeltilmesi de kavramsal değişimdir. Son olarak ise öğrenciler kavram hakkında sınırlı deneyimlere sahiplerdir ve bu durum alternatif kavramlara neden olmaktadır. Eksik kavramların tamamlanması ile yeni bir zihin düzenlemesine gidilmesi de kavramsal değişimin bir parçasıdır.

Kavramsal değişim 1970'lerden itibaren eğitim araştırmacılarının ilgi gösterdiği alanlardan biri olmuştur. Gelişim, psikoloji ve felsefe alanı bilgilerinden yararlanarak kavramsal değişimin ne olduğu ve nasıl sağlanabileceği hakkında teorisyenler çeşitli açıklamalar yapmışlardır. Kavramsal değişim süreci üzerine tartışmalar halen devam etmektedir (Suping, 2003). Kavramsal değişim yaklaşımı Al Khawalde ve Al Olaimat (2009)'ın ifade ettiği gibi Piaget'in özümseme, yerleştirme ve zihin dengesizliği kavramalarına dayanmaktadır. Piaget'e göre birey yeni bir durum ile karşılaştığında bu yeni durumu zihninde var olan şemalar ile karşılaştırır. Eğer yeni bilgi eski bilgiler ile tutarlı ise yeni bilgiler özümseir. Eğer yeni durum öncekiler ile çelişiyor ise zihin dengesizliği yaşanır. Bu durumun ortadan kaldırılması için zihinde yeniden bir yapılanmaya gidilir. Zihnin yeniden yapılanması üç olasılıkla sağlanabilir. Öğrenci yeni bilgileri göz ardı edebilir, yeni bilgileri kendi zihin yapısına uygun olacak şekilde değiştirerek alabilir veya düşünme tarzını yeni bilgiyi kabullenecek şekilde değiştirebilir (Özmen, 2005). Bu yolla yeni bilgiler yerleştirilmiş olur. Ausubel öğrenmede eski kavramların harekete geçirilmesine vurgu yapmakta, öğrenmeyi var olan kavramlara yenilerini eklemek olarak görmektedir. Bu durumda bireyin zihin yapısı sürekli değişime ve gelişime açık olmak zorundadır. Öğrenciler zihin dengesizliğini giderirken bilim insanlarının çalışmalarında takip ettikleri yollara benzer bir süreç yaşamaktadırlar. Bunlar yaşantılar fen bilimlerinin felsefesi ile uyum göstermektedir. Posner ve arkadaşları söz edilen iki öğrenme teorisi ve Kuhn'nun fennin felsefesi alanında yaptığı çalışmalardan yararlanarak kavramsal değişim modeli oluşturmuşlardır. Bu model başka araştırmacılar tarafından da kabul görmüş, desteklenmiş ve kullanılmıştır (Taştan vd., 2008).

Posner vd. (1982)'in kavramsal değişim modelinin iki temel bileşeni vardır. Bunlardan ilki kavramsal değişimde sağlanması gereken koşullar diğeri ise kavramsal ekolojidir. Kavramsal değişimde sağlanması gereken koşullar şunlardır;

1. Memnuniyetsizlik: Öğrenciler ve bilim insanları kendi mevcut kavramları işe yaradığı sürece zihinsel yapılarında değişime ihtiyaç duymazlar. Bu nedenle kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için mevcut kavramlar ile çözülemeyen sorunların olması gerekir. Böylelikle kişi mevcut zihin yapısından rahatsız olmalı ve değişiklik ihtiyacı hissetmelidir.

2. Anlaşılabilirlik: Yeni sunulacak kavram öğrencilerim anlayacağı şekilde açık, sade ve anlaşılır olmalı, söylenenler bağlantılı olmalıdır. Açıklık şartını sağlamak için analogi, mecaz, tablo, ven diyagramı vb. faydalanılabilir.

3. İnandırıcılık: Yeni bilginin mantıklı, kabul edilebilir, inandırıcı, kendi içinde ve öğrencilerin ön bilgileri ile tutarlı olmasıdır. Yeni kavram karşılaşılan problemin çözümünde işe yarar görülmelidir.

4. Yararlılık: Yeni kavramların ileride karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılabilir ve öğrenciyi yeni araştırma ve keşiflere sürükler nitelikte olması gerekmektedir. Bu şartı yerine getirmede başvurulabilecek yollardan biri de öğrenilen bilginin bilim insanlarına ne gibi faydalar sağladığından söz etmektir. Örneğin atom konusunda ortaya atılan her teörinin bir sonraki teoriye temel oluşturduğu, atom hakkında yapılan çalışmalar ile nükleer enerji elde edildiği, merceklerin keşfi ile mikroskop, teleskop gibi aletlerin yapıldığı bunların da hastalıkların teşhis ve tedavisi, uzay araştırmaları bakımından insanlığa katkılar sağladığı gibi açıklamalar yapılabilir.

Bütün bu şartların yerine gerilmesi, kavramsal değişimin gerçekleşeceğini garanti altına almamaktadır. Çünkü Posner vd. (1982) göre; zihinde değişmeyen ve diğer kavramların değişmesine rehberlik eden kavramlar vardır. Bu kavramların hangisi olduğunun yanıtı kavramsal ekolojide saklıdır. Kavramsal ekoloji epistemolojik kararlar, doğaüstü inançlar (metafiziksel inançlar), benzetmeler, mecazlar gibi çeşitli bilgi türlerinden oluşmaktadır. Örneğin bir kavramın özümsemesi veya yerleştirilmesine karar vermede doğaüstü inançlar ve epistemolojik kabuller etkilidir. Öğrenenlerin kendi inanç sistemine ters düşen bir bilgiyi anlamaları oldukça güçtür.

Kavramsal değişimi sağlamada kavram haritaları, analogi, tahmin-açıklama-gözlem, bilişsel zıtlık, çürütme metinleri, KDM gibi teknikler mevcuttur. Bunlardan hangisi

kullanılırsa kullanılsın kavramsal değişim teorisinde öğrenmenin bazı özellikleri içermesi gerekmektedir. Bu özellikler Ebenezer vd. (2010) şöyle sıralanmaktadır:

- ◆ Öğrencilerin kavramlarının keşfedilmesi,
- ◆ Öğrencilerin kendi kavramlarından haberdar edilmesi,
- ◆ Öğrencilerin öğrenme ortamında kendi kişisel kavramlarını paylaşmaları,
- ◆ Öğrencilerin kendi kavramları ile bilimsel model veya açıklamaları karşılaştırmaları,
- ◆ Sosyal bir öğrenme ortamı içinde öğrencinin ön kavramlarını düzeltmesi, uzlaştırması, yeniden düzenlemesi veya kendi ön kavramını terk ederek bilimsel olanı kabul etmesi sağlanmalıdır.

Bu çalışmada kavramsal değişim pedagojisinin temel noktasını KDM oluşturduğundan bir sonraki bölümde KDM detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

1.7.2.1. Kavramsal Değişim Metinleri

Geleneksel fen kitapları bilgileri anlaşılır bir yolla öğrencilere sunmakta, Posner vd. tarafından oluşturulan kavramsal değişim modelinin diğer üç şartını yerine getirmemektedir. Okuma becerileri gelişmiş öğrenciler bile kitaplardan bir şeyler öğrenmekte güçlük çekmektedirler. Yazılı materyaller öğrencilerin kendi kavramları ile bilimsel kavramlar arasındaki farkı görmelerini sağlayacak, öğrenilenleri günlük yaşam bilgisi ile birleştirmeye katkı sağlayacak yapıda olmalıdır. Roth (1985) bu gerekçeler ile KDMni geliştirmiştir. Kavramsal değişimin sağlanması ve değişimin kalıcı nitelikte olmasında en etkili tekniklerden biri de KDMdir.

KDM öğrencilerin alternatif kavramlarını harekete geçiren, yaygın alternatif kavramları sunan, öğreneni bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamalara inandırmaya çalışan metinlerdir. KDM açıklayıcı ve yorumlayıcı olarak iki farklı türde hazırlanabilmektedir. Açıklayıcı KDM hikayeler gibidir genellikle kişiler ve diyaloglar içerir (Guzzetti, 2000). Literatürde yorumlayıcı KDMnin daha çok kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bu tür KDM genellikle muhtemel alternatif kavramların tespitini sağlamak amacıyla yöneltilen bir soru ile başlamakta, bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen cevaplar ifade edilmektedir. Bu cevapların doğru olmadığı açıkça vurgulanmakta ve niçin yanlış oldukları tartışılmaktadır. Son olarak sorunun bilimsel olarak doğru kabul edilen

cevabı açık, anlaşılır bir şekilde sunulmaktadır. KDMinde anlaşılabilirliği sağlamak amacıyla çizimler, grafik, tablo, benzetmelere yer verilebilmektedir (Ünal, 2007).

KDM zihin dengesizliği yaratmada ve öğrencilerin kendi kavramlarından rahatsızlık duymalarının sağlanmasında başarılı olmaktadır. Bu durum Liao ve She (2009) belirttiği gibi epistemolojik ve ontolojik kabullerin sorgulanmasına da yardımcı olmaktadır. Öğrenciler KDMde alternatif kavramlar ile bilimsel olarak kabul edilen açıklamalar arasındaki farkı açıkça görebilmektedirler. Bu yolla öğrencilerde zihin dengesizliği oluşmakta ve kendi kavramlarından rahatsız olmaları sağlanmaktadır. Bütün bunlara ek olarak KDM Hynd (2001) ifade ettiği gibi öğrencilerin düşüncelerindeki çeşitliliği ortaya çıkarmakta, onlara kendi düşüncelerinin doğruluğuna başkalarını inandırmak için nasıl konuşmalar yapmaları gerektiği noktasında deneyim kazandırmaktadır. Elbette bu olumlu yönlerin yanı sıra KDMnin bazı olumsuzlukları da vardır. Özellikle okuma ve yazma güçlüğü çeken öğrenciler KDMden yeterince kazanç elde edememektedirler. Bu olumsuzluğu en aza indirmek amacıyla Guzzetti (2000) KDMnin tartışmalar ile desteklenmesini önermektedir. Hatta tartışmalar sadece KDMnin yanlış düşüncelerin çürütüldüğü bölüm üzerinden yapılmamalı öğrenciler kendi orijinal örneklerini sunmalıdırlar. Kavramsal değişim metinlerinin kolaylıkla öğretmen merkezli uygulamalara dönüşebilmesi zayıf noktalarından bir diğeridir. Hynd (2001) öğrencilerin hem zihin hem de bedensel olarak aktif olduğu öğrenme ortamlarının oluşturulması için KDMnin öğrencilerin katılabileceği etkinlikler içermesi gerektiğini önermektedir. Bu çalışma kapsamında doğrudan yansıtıcı yaklaşıma göre hazırlanan bilimin doğası KDMinde literatürde söz edilen bu noktalar dikkate alınmıştır. KDMnin etkililiğini arttırmak, zayıflıklarını minimuma indirmek üzere alınan önlemler çalışmada kullanılan KDMnin tanıtıldığı bölümde açıklanmıştır.

1.7.3. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bilimin doğası alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası kavramlarının değerlendirildiği, bilimin doğası öğretimi için programların hazırlandığı ve etkilerinin değerlendirildiği, öğretim programları ve ders kitaplarına bilimin doğası unsurlarının yansımaları konu edinen çalışmalar dikkati çekmektedir. Burada çalışma ile yakından ilgili olan bilimin doğası kavramlarının tespiti ve bilimin doğasının etkili yollar ile öğretilmesi üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Işık konusunda ise

öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların tespit edildiği, ışık konusunun daha etkili bir şekilde öğretilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmalar üzerine odaklanılmıştır. Bu bağlamda literatür incelemesi;

- ◆ Bilimin doğasıyla ilgili yapılan çalışmalar
- ◆ Işık konusuyla ilgili yapılan çalışmalar olmak üzere iki başlık altında incelenmiş ve sunulmuştur.

1.7.3.1. Bilimin Doğasıyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Griffiths ve Barman (1992) Kanada, Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya orta öğretim öğrencilerinin bilimin doğası bakış açılarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları tanımlanmış ve ülkeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Her ülkeden 32 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Veriler bireysel mülakat yöntemi ile toplanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre; öğrenciler bilimin doğasında çevresel ve günlük yaşam olmak üzere iki bakış açısına sahiptir. Avustralyalı öğrencilerin bilimi tanımlamada çevreyi yorumlamak şeklinde açıklamalara daha fazla yer verdiği tespit edilmiştir. Bilim insanların bilgiyi nasıl elde ettiği sorusunda, ülkeler arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Amerikalı öğrenciler, bilim insanların hipotez kurma, deney ve kontrol gruplarını oluşturma gibi ardışıklı basamakları takip ederek bilimsel bilgiler elde ettiği cevabını vermişlerdir. Amerikalı öğrencilerin %60'ı, Avustralyalı öğrencilerin %15'i bilimin değişmeyeceğini düşünürken, Kanadalı öğrencilerin hiç biri bilim değişmez yanıtını vermemiştir. Öğrencilerin genellikle teorileri, olgunlaşmamış kanunlar olarak gördükleri belirlenmiştir. Ülkeler arasında karşılaştırma yapıldığında, teori bakış açısında büyük farklılıkların olmadığı görülmüştür. Öğrencilerin genellikle kanunları en kesin bilimsel bilgi çeşidi olarak gördükleri belirlenmiştir.

Flegg ve Burke (1995) yaptıkları özel durum çalışmasında öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını incelemişlerdir. Çalışma Avustralya'nın Brisbane şehrinde orta büyüklükte bir kolej okulunda yürütülmüştür. Üniversite öğrenimini fen alanında sürdürmeyi planlayan, yüksek okulun son yılında öğrenim gören, 10 kız ve 8 erkek öğrenci çalışmaya katılmıştır. Veriler, bireysel ve grup olarak yapılan derinlemesine mülakatlar, informal gözlemler ile toplanmıştır. Ayrıca geçerliği arttırmak için, Value Survey (Rokeach, 1967) ve mülakat sonuçları ile tutarlığı sağlamak amacıyla da Social Desirability Scale (Crowne & Marlowe, 1964) ölçeği kullanılmıştır. Öğrencilerin bilimin

doğası bakış açılarının zayıf olduğu, hiçbir öğrencinin ekonomi ve profesyonel gereklilikler gibi bilim insanlarını motive eden kavramlara sahip olmadığı görülmüştür. Bütün öğrenciler fennin uygulamalı olmasının kendilerini bu alana çektiğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin fennin gerçek dünya ile ilgilendiği, teorik olmadığı, diğer alanlar gibi çok fazla kitap bilgisi öğrenmeyi gerektirmediği bakış açısına sahip oldukları da elde edilen sonuçlar arasındadır. Bilim insanları zamanlarının çoğunu düşünme ve yazma ile harcamalarına rağmen, öğrenciler bunun tam tersine bilim insanlarının zamanlarının çoğunu deney yapma ile geçirdiklerini düşünmektedir. Bütün öğrencilerin bilimi bilgiye eşit olarak gördükleri tespit edilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin yaklaşık yarısının bilimi diğer insan girişimlerinden farklı ve eşsiz girişimler olarak gördüğü ve büyük problemlere cevap bulabileceğine inandıkları görülmüştür. Bilimin doğası algısının cinsiyete göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kız öğrenciler bilimi, bilgi elde etme ve bu bilgiler ile dünyanın ihtiyaçlarına cevap verme olarak görmektedir. Kız öğrencilerdeki bu bakış açısının tersine erkek öğrencilerin bilimi daha çok bilgi toplama, bilişsel bağlantılar yapma, mantıklı açıklamalar yapma ve yeni şeyler keşfetme olarak algıladıkları görülmüştür.

Jelinek (1998) öğrencilerin fenne karşı isteklerinin düşük olması ve fennin topluma katkı yaptığıнын bilincinde olmamaları nedeniyle yüksek okul öğrencilerine yönelik deneysel program hazırlamış, bu programın fenne karşı tutum ve bilimin doğası algılarına etkilerini incelemiştir. Çalışma California üniversitesinde Upward Bound yaz fen programına katılan 20 yüksek okul öğrencisi ile durum çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi için; deneysel öğrenme teorisine dayalı 6 haftalık etkinlikler düzenlenmiştir. 6 haftada 4 etkinlik gerçekleştirilmiştir. Bunlar denizle ilgili biyoloji laboratuvarı, ziraat dersi, nehir kıyısına gezi ve fizik dersidir. Çalışmada birincil veri kaynağı olarak yazılı cevaplar, gözlemler, mülakat ve gezi sonlarında yapılan soru-cevaplar ve anket, ikincil veri kaynağı olarak ise görevler, müfredat notları, sınıf etkinlikleri notları, informal sohbetler kullanılmıştır. Bilimin doğası algısını belirlemek amacıyla öğrencilere “bilim insanı nedir?”, “Bilim insanları nerede çalışır?”, “Bilim insanları cevaplarını nasıl elde ederler?” ile bilim ve toplum hakkında sorular yöneltilmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin çoğunun bilimin doğasını algılamada zayıf olduğu, öğretimin sonunda ise bilimin doğasını iyi derecede anlayanların sayısının arttığı fakat bilimin doğasını orta düzeyde anlayanlarının sayısında önemli bir

değişiklik olmadığı görülmüştür. Uygulamaların tutum üzerinde de olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

Kim vd. (1998) bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmede kavram haritalarını kullanmışlardır. Çalışma 1996 yılının sonbahar döneminde, orta öğretimde fen öğretimi ile ilgili beş kredilik bir kursta yürütülmüştür. Kurs 16 hafta sürmüştür. Çalışmaya 11 bayan, 6 erkek toplam 17 öğrenci katılmıştır. Bilimin doğasında kavramsal anlamayı desteklemek amacıyla öğrenciler 14 hafta süren çeşitli etkinliklere katılmışlardır. Çalışmada öğrenciler şu etkinliklere katılmışlardır: Öncelikle okuma etkinliği yapılmıştır. Okuma etkinliklerinin ardından, öğrencilerin kurs başlangıcında sahip oldukları bilimin doğası bakış açısını ortaya çıkarmak amacıyla keşif etkinlikleri yapılmıştır. Öğrenciler kendi bakış açılarını sınıf arkadaşları ile paylaşmışlardır. Bu etkinliği sınıf tartışması izlemiştir. Daha sonraki iki hafta öğrenciler elektronik günlük tutma çalışması yapmışlardır. Elektronik günlük yazma çalışmasında, öğrenciler sınıfta ele alınan konular üzerinde kendi bakış açılarını savunan tartışmalar yapmışlardır. Günlük yazma çalışmasından sonra öğrenciler, bilimin doğasından ne anladıklarını gösteren kavram haritaları oluşturmuşlardır. Öğrenciler her iki haftada bir kavram haritalarını gözden geçirmişler ve güncellemişlerdir. Her bir öğrenci kurs süresince üç tane kavram haritası oluşturmuştur. Öğrenciler çalışma sonunda bir tanede yansıtıcı kağıt hazırlamışlardır. Ayrıca öğrenciler ile mülakat yapılmıştır. Üç aydan fazla süren etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğası anlayışını önemli miktarda geliştirdiği tespit edilmiştir.

Yakmacı (1998) yüksek lisans tezinde fen (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya Boğaziçi ve Marmara Üniversitelerinde öğrenim gören 115 fen öğretmen adayı, İstanbul'da 19 farklı orta öğretim okulunda görev yapan 101 hizmet içi öğretmen katılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşleri Akinhead vd. (1989) tarafından geliştirilen Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler (VOSTS) anketinden 18 maddenin seçilmesi, Türkçeye çevrilmesi ve pilot uygulamalardan sonra üzerinde değişiklik yapılmasıyla elde edilen VOSTS.TR anketi ile toplanmıştır. Ayrıca ve örneklemin karakteristik özellikleri hakkında bilgi elde etmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen, yedi maddeden oluşan Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Çalışmaya katılan fen öğretmenlerinin çoğu, sınıflandırma tekniklerinin doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği, araştırmalarda bilimsel yaklaşım, bilimsel bilginin kesin olmayışı ve sebep sonuç ilişkileri unsurlarında gerçekçi (çağdaş) görüşlere sahiplerdir. Fakat bilimin tanımı, gözlemlerin doğası, modellerin

doğası, hipotez teori ve kanunların özellikleri, bilimsel yöntemin özellikleri, bilimin temel kabulleri, bilimsel bilginin epistemolojik statüsü, bilimsel fikirlerin bilimin farklı alanlarında farklı şekillerde yorumlanabileceği unsurlarında geleneksel bakış açısına sahiplerdir. Ayrıca cinsiyete, fen alanına, mesleki deneyime göre bilimin doğası hakkındaki görüşler farklılık göstermektedir.

Macaroğlu vd. (1999) ilköğretim öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerini incelemiştir. Araştırma örneklemini, Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü (Fen Bilgisi Öğretmenliği, Sınıf Öğretmenliği, Sosyal Bilgiler Öğretmenliği) birinci sınıfta okuyan ve fakülte dışı sertifika programına katılan öğrenciler oluşturmuştur. Çalışmanın verileri Lunetta ve Koul (1996) tarafından geliştirilen ve araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilen, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerini fen ve sosyal bilgiler alanlarına entegre edip edemediklerini ölçen 5 açık uçlu soru ve Aldridge vd. (1997)'in Bilim ve Okul Bilimi Hakkındaki İnanışlar Anketi ile toplanmıştır. Bilimsel bilginin sorgulanabilirliği ve göreceliliği konusunda katılımcıların çağdaş görüşü benimsemeye yatkın oldukları, bilimsel bilgiyi sosyal ve kültürel yapıdan tam olarak bağımsız görmedikleri tespit edilmiştir. Bilimin sosyal ve kültürel unsurunda gruplar arası karşılaştırma yapıldığında; sınıf öğretmenliği ve sertifika programı öğrencileri bilimsel bilginin sosyal yapıya bağlı olduğuna diğer gruplardan daha fazla katılmakta, fen bilgisi öğretmenleri ise katılmama eğilimindedirler.

Murcia ve Schibeci (1999) yaptıkları çalışmada, ilköğretim hizmet öncesi öğretmenlerinin bilimin doğası kavramlarını incelemiş, özellikle olgunlaşma çağında ve okuldan ayrılan öğrenciler arasındaki farklılıkları tanımlamayı amaçlamışlardır. Ayrıca bilimin doğası kavramlarını değerlendirmede gazetelerde yer alan bilim raporlarının kullanılıp kullanılmayacağını incelemiştir. Çalışma, 73 hizmet öncesi ilköğretim öğretmeni ile yürütülmüştür. Katılımcıların 38'i olgunlaşma çağında, 35'i ise okuldan ayrılma döneminde. Çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan anket üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; Western Australian Newspaper, 19 April 1997'den alınan 'Sağlıklı İçki' başlıklı bilimsel rapora dayalı, açık uçlu yedi soru yer almaktadır. Anketin ikinci bölümü Laugksch and Spargo (1996a) tarafından geliştirilen, 15 doğru-yanlış maddesinden oluşan Test of Basic Scientific Literacy'den oluşmaktadır. Anketin üçüncü bölümü ise, öğrencilerin cinsiyet, fen deneyimlerinde kaçınıcı yılları olduğu, orta öğretimin son bölümlerinde çalıştıkları fen üniteleri gibi geçmiş bilgilerini elde etmeye yöneliktir. Veriler analiz edildiğinde, katılımcıların bilimin doğasında modern bir bakış açısına sahip

olmadıkları belirlenmiştir. Okuldan ayrılmak üzere olan ve olgunlaşma döneminde olan öğrencilerin bilimin doğası kavramları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Gazetelerde yer alan bilimsel raporların öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını değerlendirmede kullanılabilecek bir teknik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gücüm (2000) yaptığı çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlama düzeylerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmaya 1999/2000 öğretim yılında Hacettepe Üniversitesi, İlköğretim Öğretmenliği Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı'na kayıtlı 176 öğrenci katılmıştır. Verilerinin toplanmasında Rubba (1996) tarafından geliştirilen ve Özinönü ve Bilgiç (1982) tarafından Türkçeye adapte edilen Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği (BBDÖ) kullanılmıştır. Ölçek 6 alt ölçekten oluşmaktadır. Her bir alt ölçekte 4'ü olumlu, 4'ü olumsuz toplam 8 önerme bulunmakta ve ölçek toplam 48 önermeden oluşmaktadır. Elde edilen veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının sınıf ve cinsiyetleri bakımından Bilimsel Bilginin Doğasını Anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmadan elde edilen dikkat çekici bir sonuç ise ölçek ve alt ölçeklere ait elde edilen aritmetik ortalamaların düşük olmasıdır.

Irwin (2000) bilimin doğası öğretiminde tarihsel yaklaşımı kullanmıştır. Araştırmacı öğrencilerin atom teorilerinin gelişimini izleyerek bilimin doğasını anlayabileceklerini kabul etmiştir. Çalışma aynı yetenek ve bilimsel bilgi seviyesine sahip 14 yaş öğrencilerinden oluşan iki grup ile yürütülmüştür. Gruplardan birinde atom ve periyodik tablo konusu tarihsel materyaller kullanılarak verilirken, diğer grupta tarihsel olaylara vurgu yapmadan konunun öğretimi yapılmıştır. Her iki grupta verilen konu içeriği eşit tutulmuştur. Veriler, atom ve periyodik tablo konusu testi ve bilimin doğası anketi ile toplanmıştır. Veri toplama araçları çalışmanın başında ve sonunda olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Atomun yapısı ve periyodik tablo konusunu anlamada gruplar arasında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Fakat tarihsel yaklaşım ile öğretim yapılan grupta öğrenciler bilimin doğasını anlamada; bilimsel bilgilerin nasıl geliştiği hakkında önemli kazanımlar elde etmişlerdir. Dalton'un elindeki eksik verileri hayal gücü ve yaratıcılığını da kullanarak teoriye dönüştürdüğünü fark etmişlerdir. Bilimsel bilgilerin durağan olmadığını, bütün bilimsel bilgilerin tartışmaya açık olduğunu, eleştirilebileceğini anlamışlardır. Bilimsel bilgilerin ilerlemesinin teknolojinin ilerlemesine bağlı olduğu çıkarımını yapmışlardır. Sonuç olarak araştırmacı tarihsel yaklaşımın fen konu alanını öğretmeye katkısı olmasa da bilimin doğasını öğretmede etkili bir yol olabileceğini belirtmiştir.

Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b) üç tane bilim tarihi kursunun kolej öğrencileri ve hizmet öncesi fen öğretmenlerinin bilimin doğası kavramlarına olan etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya 166 kolej öğrencisi ve 15 hizmet öncesi ortaokul fen öğretmeni olmak üzere toplam 181 kişi katılmıştır. Katılımcılar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 166 öğrenci 3 tane bilim tarihi kursuna katılmıştır. İkinci grupta 15 hizmet öncesi orta öğretim fen öğretmeni fen yöntem kursuna katılmıştır. Bu öğretmenlerden 10 tanesi odak olarak seçilmiş ve bilim tarihi kursuna katılmışlardır. Veri toplama aracı olarak dokuz açık uçlu sorudan oluşan Bilimin Doğası Bakış Açısı Anketi kullanılmıştır. Katılımcıların bakış açılarını derinlemesine değerlendirebilmek için yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların hemen hemen tamamının kurslara başlamadan önce çalışmada ele alınan bilimin doğası unsurlarının çoğunda zayıf bakış açısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Üç kursta benzer şekillerde bilimin doğası bakış açısına katkı sağlamıştır. Kolej öğrencilerinin ve hizmet öncesi fen öğretmenlerinin bilimin doğası bakış açılarını geliştirmede bilim tarihi kursunun gerekli olduğunu ortaya koyan bir sonuç elde edilememiştir.

Bell vd. (2000) bilimin doğasının doğrudan yaklaşımla öğretildiği MAT (The Master of Arts in Teaching) programını değerlendirmişlerdir. MAT programında öğrenciler bilimin doğası kavramları ile araştırmaya dayalı etkinlikler yoluyla tanıştırılmakta, okumalar, sınıf tartışmaları, film izleme gibi farklı aktiviteler yapılmaktadır. Çalışmaya 13 ortaöğretim fen öğretmeni katılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmek için 7 parçadan oluşan açık uçlu anket uygulanmıştır. Anketi takiben yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası bakış açılarını derslerine yansıtma amaçlarını ortaya koyabilmek için gerekli olan veriler, 12 haftalık günlük ders planları, video kayıtları, sınıf gözlemleri ile toplanmıştır. Ayrıca her katılımcının 2 üniteyi kapsayan portfolyoları da veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Yapılan analizler katılımcıların bilimin doğası hakkında yeterli bilgiye ulaştıklarını göstermektedir. Bazı katılımcılar bilimin doğası unsurlarını sınıf uygulamalarına yansıtmaktadırlar. Buna rağmen katılımcılar öğretimsel hedeflerin arasına bilimin doğası yerleştirmede, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını değerlendirme bölümleri hazırlamada başarısız olmuşlardır.

Ryan (2000) yaptığı çalışmada, bilimin doğasını öğretmede Reflective Dialogue Journal Writing stratejisini kullanmıştır. Çalışma Avustralya'nın Brisbane şehrinde bir orta öğretim okulunun 10. sınıfında yürütülmüştür. Mandy ve Jenny adında iki öğrenci

çalışmanın odağı olarak seçilmiştir. İki öğrenci dokuz hafta boyunca yansıtıcı konuşma yazıları günlüğü tutmuşlardır. Dokuz haftanın sonunda her iki öğrencinin de bilimin doğası ile ilgili sorunlara daha fazla katılmaya çalıştığı, Mandy'nin bilimin doğası fikirlerini yeniden yapılandığı, Jenny'nin de çalışmanın ilk günlerine göre daha önemli adımlar attığı görülmüştür. Jenny çalışmanın başında okul fenni (geleneksel bilimsel yöntem, problem belirleme, hipotez kurma, hipotezi test etme gibi ardışıklı basamaklar), bilimsel olmayan raporlara dayanan yazılar yazarken, çalışmanın sonunda yazılarında bilimin sosyal anlaşma gerektirme, yaratıcılık içerme gibi unsurlarını vurgulamıştır. Mandy ise çalışmanın başında daha çok klasik deneysel yöntemi ve nesnel sonuçlara önem veren kaynaklar üzerine yazmıştır. Mandy çalışmanın sonunda hala dış geçerliğe önem vermektedir. Bilimin doğası bakış açılarını geliştirmede; öğretmen öğrenci diyalogları ve öğrencilerin kendi yansıtmaları, öğrencilerin yazı çalışmaları yapmalarının önemli fırsatlar sağlayacağı ifade edilmiştir.

Smith vd. (2000) yaptıkları çalışmada ilkökul öğrencilerine fırsat verildiğinde, devamlı eğitimler ile destek olunduğunda bilim felsefesini anlayıp anlamayacaklarını test etmişlerdir. İki farklı okuldan, iki farklı öğretmenin ders verdiği, iki farklı 6. sınıfta öğrenim gören öğrenciler ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Sınıflardan birinde yapılandırmacı diğerinde geleneksel bakış açısı ile fen öğretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılandırmacı sınıfta fen öğretimi altı aşamalı olarak uygulamaya konmuştur. Geleneksel grupta da fen öğretimi altı aşamada gerçekleştirilmiştir. Her iki sınıfta da ilk üç aşama benzer şekilde uygulanmıştır. Diğer üç aşamada ise yapılandırmacı yaklaşım sınıfında öğrenci aktifken geleneksel sınıfta öğretmenin sunumuna ve öğrencinin okuma ve dinleme görevlerinin olduğu bir uygulama sürdürülmüştür. Öğrencilerin bilim felsefesi ile ilgili görüşlerini değerlendirmek amacıyla Carey vd. (2001) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Mülakatı kullanılmıştır. Yapılandırmacı sınıftan on sekiz, geleneksel sınıftan yirmi yedi öğrenci ile 20–30 dakika süren mülakatlar yapılmıştır. Yapılandırmacı fen öğretiminin bilim felsefesi hakkında karmaşık bakış açısı geliştirmeye katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yontar-Toğrol ve Aktürk-Muğaloğlu (2000) öğrencilerin bilim insanına yönelik olarak geliştirmiş oldukları imajlar ve bunlara bağlı olarak oluşturdukları değerler ile fen derslerine yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmaya ilköğretim 6 ve 7. sınıfta öğrenim gören 162 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın verileri ilk defa Chambers tarafından 1983 yılında kullanılan Bilim İnsanı Çizme Testi ve 18 maddeden oluşan likert

tipi Fen Dersi Tutum Ölçeği ile toplanmıştır. Öğrencilerin çizimleri her iki araştırmacı tarafından farklı zamanlarda analiz edilerek puanlanmış ve bu iki puanın ortalaması alınmıştır. Ayrıca analiz sırasında her puanlayıcı çizimin taşıdığı öğelerle bağlantılı olarak genel yargı puanı vermiştir. Yargı puanı da iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Bu ortalamalara bağlı olarak olumludan olumsuzu giden ve genel değer puanı olarak adlandırılan beş farklı grup ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin Fen Dersi Tutum Ölçeği puanları ile çizimden elde ettikleri genel puanlar Kruskal Wallis Testi analiz edildiğinde, tutum ve bilim insanına yönelik geliştirdikleri imajlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Ayrıca katılımcıların %20'den fazlasının çizimlerinde kellik, laboratuvar önlüğü, araştırma sembolleri, teknoloji kullanımı ve erkek olma gibi tipik göstergeleri kullandığı belirlenmiştir.

Abel vd. (2001) ilköğretim öğretmenleri için fen yöntem kursu hazırlamışlardır. Düzenlenen kursta bilimin doğasının; deneysel, hayal gücü ve yaratıcılık, öznel, toplum içine gömülü yapısı ele alınmıştır. Altı haftalık kurs süresince katılımcılar ay araştırması yapmışlardır. Kursu katılanlardan gönüllü 11 öğrenci çalışma verilerinin toplanmasında odak olarak seçilmiştir. Çalışmada temel veri kaynağı olarak alan notları, mülakatlar ve öğrencilerin günlükleri kullanılmıştır. Yürütülen uygulamaların öğrencilerin fenni öğrenmesine katkı sağladığı halde, öğrencilerin yaptıkları etkinlikler ile bilimin doğası arasında doğrudan bağlantı kuramamışlardır. Ayrıca Ay araştırmasının bilimin doğasını öğretmede doğrudan yaklaşım esas alınarak hazırlanmasına rağmen uygulamalar sırasında öğretimin genellikle dolaylı öğretime kaydığı yazarlar tarafından ifade edilmiştir. Gerekli değişiklikler yapıldığında Ay araştırmasının bilimin doğası öğretiminde etkili bir yol olabileceği ileri sürülmüştür.

Moss vd. (2001) kolej öncesi öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını bir akademik yıl boyunca süren kurs içerisinde takip etmişlerdir. Çalışma Amerika'nın kuzey doğusunda yarı kırsal bir bölgede devlete ait takma adı Valley High School olan bir yüksek okulda yürütülmüştür. Conservation Biology sınıfı dört büyük proje ile çalışmaya katılmıştır. Bunlar; nehir izleme projesi, alabalıkları onarma projesi, bir popülasyonu dinamik olarak modelleme projesi, bir orman ekosistemini izleme projesidir. Nehir izleme ve bir orman ekosistemini izleme projeleri birbirine çok benzer projelerdir. Bu projeler; uygulamalı etkinlikler ile öğrencilerin bilimin çeşitli yönlerini keşfetmelerine olanak sağlamıştır. Öğrenciler ile yapılan bireysel mülakatlar, çalışmanın temel veri kaynağını oluşturmuştur. Ayrıca katılımcı gözlemler yapılmıştır. Testler, ders özetleri, öğrenci çalışmaları gibi

kaynaklarda toplanmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası kavramları; bilimin doğası ile ilgili geliştirilen bir model ile değerlendirilmiştir. Bu model bilimsel bilginin ve bilimsel girişimin toplam sekiz özelliğini kapsamaktadır. Uygulamalar sonunda, öğrencilerin genellikle bilimsel bilginin geçici ve gelişimci yapısını tam olarak anladıkları, bununla birlikte bilimsel girişimin doğası konusunda aynı başarıyı elde edilemedikleri tespit edilmiştir. Yazarlar proje temelli, uygulamalı fen etkinliklerine katılmalarına rağmen öğrencilerin çoğunun bilimin doğası kavramlarının değişmediğini ifade etmişlerdir.

Tairab (2001a) hizmet öncesi ve hizmet içi fen öğretmenlerinin fen ve teknolojinin doğası bakış açıları incelemiştir. Çalışmaya 41 hizmet öncesi, 54 hizmet içi fen öğretmeni katılmıştır. Çalışmanın verileri Aikenhead and Ryan (1992) tarafından geliştirilen Fen Teknoloji Toplum Bakış Açısı anketinin (VOSTS) değiştirilmesi ile oluşturulan Fen ve Teknolojinin Doğası Anketi (NSTQ) ile toplanmıştır. Çalışmaya katılanların genel olarak bilimin doğasında yeterli bir bakış açısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Katılımcıların teknolojinin doğasında, genellikle bilimi teknoloji ile karıştırdıkları belirlenmiş bu nedenle instrumentalist bir bakış açısına sahip oldukları ifade edilmiştir. Öğretmenler, Fen teknoloji ve toplum arasındaki ilişkilerde yeterli bakış açısına sahip olmalarına rağmen, bilim ve teknoloji ile ilgili olumsuz imajlara sahiptirler. Öğretmenler teknolojinin çevresel problemlere sebep olduğunu ve yaşantımızı olumsuz etkileyebileceğine inanmaktadırlar. Ayrıca hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmenlerinin fen ve teknoloji bakış açıları arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Tairab (2001b) fen öğretimi yöntem kursunun hizmet öncesi fen öğretmenlerinin fen ve teknolojinin doğası bakış açılarına etkilerini incelemiştir. Veriler Fen ve Teknolojinin Doğası Anketi (NSTQ) ile toplanmıştır. Çalışmaya 1999/2000 öğretim yılının birinci semestrinde, Brunei üniversitesinde, fen öğretim yöntem kursuna (The Methods of Teaching Secondary Science course) katılan, 13 erkek, 28 bayan toplam 41 hizmet öncesi fen öğretmeni katılmıştır. Bu kurs biyoloji, kimya, fizik ve genel fen gibi özel konularla ilgilidir ayrıca fen ve teknolojinin doğasının öğretilmesi gibi genel problemler ve müfredat, ders planı yazma gibi konulara da yere vermektedir. Kurstan sonra katılımcıların bilim hakkında gerçekçi bir bakış açısına sahip olmasına rağmen teknolojinin doğası hakkında bakış açıları zayıf kalmıştır.

Craven III vd. (2002) ilköğretim fen öğretmen adaylarının bilimin doğası açık ve saklı kavramlarını incelemişlerdir. Çalışmaya Amerika'nın doğusunda öğretmen yetiştiren bir okuldan, 4. sınıfta öğrenim gören 27 ilköğretim fen öğretmeni öğrencisi katılmıştır.

Çalışma boyunca sınıf ortamında iletişime dayalı yapılandırmacı bir öğretim yapısı kurulmuştur. Öğrencilere üç görev verilmiştir. Öğrenciler her bir görevi yerine getirmek için ardışıklı olarak bireysel yazma, işbirlikli yazma, grup tartışması ve bütün sınıf tartışması çalışmaları ile meşgul olmuşlardır. Birinci görev “Bilim Nedir?” sorusuna açık uçlu cevaplar yazmaktır. Bu görev program boyunca periyodik olarak tekrarlanmıştır. İkinci görev öğrencilerin gazete vb. kaynaklarda yer alan yazılardan bilimsel olan ve bilimsel olmayanlara örnekler bulmalarıdır. Öğrenciler her iki örneklerini levhaya asarak, poster oluşturmuşlardır. Her iki yazınında farklı olduğuna inandıkları karakteristik özelliklerini listelemişlerdir. Daha sonra kendi örnek yazılarında bu karakteristiklerin nerelerde bulunduğunu vurgulamışlardır. Üçüncü görev olarak öğrencilerden yarı bilimsel yani hem bilimsel hem de bilimsel olmayan özelliklerin bir arada bulunduğu yazılar bulmaları istenmiştir. Öğrenciler bütün görevlerin sonunda bilimsel olan ve bilimsel olmayan yazıların karakteristikleri, kaliteleri ile ilgili rubric hazırlamışlardır. Çalışmanın verileri; açık uçlu sorulara yazılan cevaplar, öğrencilerin projeleri (posterler, rubric, bütün sınıf çalışmaları), öğretimin makaleleri ile 15 hafta boyunca toplanmıştır. Uygulamalardan sonra öğrenciler bilimi zengin ve karmaşık bir şekilde tanımlamayı başarmışlardır. Fakat bilimsel olan ve olmayana ayırt etme de hala sorunlar bulunmaktadır.

Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) 6. sınıf düzeyinde doğrudan yansıtıcı ve dolaylı araştırma yoluyla öğretimin bilimin doğası bakış açısına etkilerini araştırmışlardır. Doğrudan öğretimin yapıldığı grupta 33, dolaylı öğretimin yapıldığı grupta 29 olmak üzere toplam 62 öğrenci çalışmada yer almıştır. Her iki grup öğrencileri, altıncı sınıf fen konularından seçilen, altı adet araştırma etkinliğine (Maddenin yapısı, Karışımlar, Hal değişimi, Sıcaklık ve sıcaklık değişimi, Yanma, Fosiller) katılmıştır. Fen araştırmaları 10 hafta sürmüştür. Katılımcıların bakış açılarını değerlendirmede altı parçadan oluşan açık uçlu anket, yarı yapılandırılmış mülakat ile birlikte kullanılmıştır. Mülakatlar her bir gruptan 8 toplam 16 öğrenci ile yapılmıştır. Uygulamalar öncesinde her iki grupta yer alan öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarının zayıf olduğu tespit edilmiştir. Dolaylı öğretimin yapıldığı grupta öğretim sonunda değişim olmadığı, doğrudan öğretimin yapıldığı grupta ise öğrencilerin çoğunun, çalışmada ele alınan bilimin doğası unsurlarından birinde veya daha fazlasında bakış açısını geliştirdiği tespit edilmiştir. Katılımcıların bilimin doğası kavramlarını geliştirmede araştırmaya dayalı doğrudan öğretimin araştırmaya dayalı dolaylı öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Oyman (2002) yüksek lisans tezinde ilköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası ve fen bilgisi öğretimi hakkındaki görüşlerini belirlemiştir. Çalışma Kartal bölgesinde 40 ilköğretim okulunda 99 Fen Bilgisi öğretmeni ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri üç bölümden oluşan bir anket ile toplanmıştır. Anketin birinci bölümünde katılımcıların kişisel bilgileri hakkında bilgi toplamak amaçlıdır. İkinci bölüm Lunetta ve Koul (1996) tarafından hazırlanan açık uçlu sorular ve Taylor ve Fraser (1997) tarafından geliştirilen likert tip sorular bulunmaktadır. Son bölümde ise bilimsel bilginin yapısı ve bilimin doğasını anlama ile ilgili W. Cobern'in Nature of Science Card Game adlı oyun kartları cümlelerinden oluşan sorular yer almaktadır. Katılımcıların fen bilgisi öğretimi ile ilgili sorulara verdikleri yanıtlara göre; öğrencilerin sahip olması gereken en önemli üç yetenek araştırmacı olma, yeniliklere açık olma ve okuduğunu anlama ve anlatabilmedir. Fen Bilgisi öğretmenlerine göre deney, gözlem ve tekrar anlamlı öğrenmenin üç temel unsurudur. Öğretmenler en çok soyut kavram ve teknik terimleri öğretmede güçlük çekmektedirler. Fen bilgisi öğretimini bu şekilde algılayan öğretmenlerin çağdaş ve geleneksel bilim anlayışı arasında bir yerde oldukları belirlenmiştir. Öğretmenler bazı ölçek maddelerinde çağdaş bakış açısına bazı maddelerde ise geleneksel bakış açısına sahiptir. Dolayısı ile çalışmaya katılan öğretmenler kısmen çağdaş bir bilim anlayışına sahiptirler. Bilimin doğası bakış açısı ile cinsiyet, kıdem, mezun olunan okul türü arasında ilişki bulunmadığı da çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır.

Sadler vd. (2002) bilimin doğası öğretiminde toplumsal olayları tartışmanın etkilerini ve kritik düşünme ile bilimin doğası arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma 14 – 17 yaşlarında, 84 Biyoloji öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada son yıllarda tartışmalı olan küresel ısınma konusu seçilmiştir. Öğrencilere birbirinin karşısı olan iki görüş sunulmuştur. Bunlardan biri küresel ısınmanın büyük ölçüde insan kaynaklı olarak meydana geldiği ve ciddi bir tehdit oluşturduğu, diğeri ise tehlikeli bir durum olmadığı, küresel ısınmanın dünyanın yaşadığı doğal bir süreç olduğunu savunan görüştür. Bunlar bu çalışma için hazırlanmış olmasına rağmen doğru ve ikna edici bilgiler içermektedir. Her iki görüş içinde aynı oranda kanıt ve ikna edici bilgi verilmiştir. Bazı veriler her iki görüş içinde aynı olmasına rağmen yorumlamalar farklıdır. Bu makaleler okunduktan sonra öğrencilere bilimin doğası kavramlarına yönelik açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Öğrenciler sorulara yazılı olarak cevap vermişlerdir. Bu sorulara cevaplar alındıktan sonra öğrencilerden bir alt grup oluşturulmuş ve mülakat yapılmıştır. Küresel ısınma gibi tartışmalı durumların bilimin doğasının deneysel, geçici, sosyal unsurlarının öğretilmesine

katkı sağladığı tespit edilmiştir. Kritik düşünme becerileri ile ilişkilendirme yapmak amacıyla Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (Watson & Glaser, 1980) uygulanmıştır. Kritik düşünme testi küresel ısınma makalelerinin ve yazılı cevapların alınmasından önce uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre düşük, orta ve yüksek kritik düşünme becerilerine sahip öğrenci grupları oluşturulmuş bu grupların her birinden 10 öğrenci mülakat için rastgele seçilmiştir. Mülakatlarda sorulardan sadece birine cevap alınabilmiştir. Bu soru verilerin kaydedilmesi ve yorumlanması ile ilgilidir. Bu sorudan alınan yanıt ile WG testi ilişkilendirilmiştir. Yapılan analizler bilimin doğasında bilgili bakış açısı geliştirmek için kritik düşünme gereklidir şeklinde bir sonuç ortaya koymamıştır.

Schwarz (2002) yedinci sınıf fen öğrencileri ve hizmet öncesi ilköğretim öğretmenlerine yönelik model merkezli fen müfredatı hazırlamıştır. Çalışmanın 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen kısmı, San Fransisko’da bir orta öğretim okulunda, 10 haftalık bir zaman sürecinde tamamlanmıştır. Müfredatın uygulanışında; öğrenciler kendi projelerini bilimsel araştırma döngüsüne uygun olarak yürütmüşlerdir. Verilerin toplanmasında modellerin doğası ve fizik konularına yönelik test kullanılmıştır. Ayrıca 23 öğrenci ile modellerin doğası hakkında yapılan mülakatlar, öğretmen ve araştırmacının tuttuğu günlüklerde veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Öğretim sonrasında öğrencilerin model değerlendirme kriterlerini öğrendikleri ve modelleri değerlendirirken bu kriterleri kullandıkları, modellerin ve model oluşturma faydalarını öğrendikleri tespit edilmiştir. Model ve fizik testi sonuçları karşılaştırıldığında, model bilgisinin fizik konularını öğrenmede önemli rol oynamaktadır. Araştırmanın öğretmenler ile yürütülen kısmına, Brooklyn kolejinde öğrenim gören 20 yaşlarında, 17 hizmet öncesi ilköğretim öğretmeni katılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde öğrencilerin kurs süresince neler öğrendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Veriler öğrencilerin tuttukları günlüklerden (defterler) ve final sınavından elde edilmiştir. Kurs sonunda hizmet öncesi öğretmenlerin, modellerin doğası ve modelleri değerlendirmede önemli kazanımlar elde ettikleri belirlenmiştir. Kolej öğrencileri ve yedinci sınıf öğrencileri arasında karşılaştırma yapıldığında, her iki grubun modellerin doğası ve faydalarını eşit miktarda anladıkları görülmüştür. Her iki grubunda modelleri son derece iyi açıklamasına rağmen kolej öğrencilerin daha çok fiziksel modeller üzerine odaklandıkları belirlenmiştir. Kolej ve yedinci sınıf öğrencileri modelleri değerlendirme açısından karşılaştırıldıklarında, kolej öğrencilerinin daha iyi anlamalar elde ettiği görülmüştür. Yedinci sınıf öğrencileri modellerin, teori oluşturma ve test etmede

kullanıldığını düşünürken, kolej öğrencileri modellerin fen öğretiminde bilimi görselleştirmede kullanıldığını düşünmektedir. Kolej öğrencilerini bilimi anlamaya motive eden faktörün, öğrencilerine fen konularını anlatırken gerekli olabileceği düşüncesi olduğu da çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır.

Schwartz vd. (2002) doğrudan yansıtıcı öğretim programı olan Inquir, Context and Nature of Science (ICAN) projesinin etkililiğini değerlendirmişlerdir. ICAN programı öğretmenlerin bilimin doğası ve bilimsel araştırma konularında profesyonel gelişimini, sınıf uygulamalarını ve öğrenci başarısını geliştirmeyi amaçlayan bir projedir. Projede bir akademik yıl boyunca öğretmenlere seminerler verilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin bilimin doğası ve bilimsel araştırmayla ilgili pedagojilerini geliştirmeye yönelik olarak yaz tatilinde üç haftalık çalışma yapılmaktadır. Veriler öğretmenlerin ders planları, sınıf gözlemleri ve video kayıtları ile toplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları ön ve son test ile değerlendirilmiştir. Veriler analiz edildiğinde ICAN projesinin öğretmenlerin bakış açılarında ve pedagojik becerilerinde gelişmeler sağladığı, bakış açısı zayıf kalan öğretmenlerin sınıf uygulamalarında etkisiz kaldığı, öğretmenlerin öğrencilerinin bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmede rahat olmadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin de bilimin doğası ve bilimsel araştırma kavramlarında gelişmeler olduğu fakat teori ve kanun arasındaki fark, kanıtlar ve sonuç arasında bağlantı kurmada zayıf kaldıkları görülmüştür.

Dawkins ve Dickerson, (2003) yaptıkları bir çalışmada yüksek okul öğrencilerinin bilimsel teorilerin rolü ve doğası ile ilgili fikirlerini keşfetmeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya Kuzey Caroline dan 641 yüksek okul öğrencisi katılmıştır. 16 öğretmen veri toplama aracını öğrencilerine uygulamıştır. On parçadan oluşan veri toplama aracında öğrencilere iki karşıt ifade sunulmuş, bu görüşler arasında seçim yapmaları istenmiştir. Öğrencilere seçim yaptıktan sonra seçimlerinin gerekçelerini açıklamaları için açık uçlu sorular sorulmuştur. Öğrencilerin teste verdikleri yanıtlar ve açıklama cümleleri incelendiğinde; testte doğru cevabı seçen öğrencilerin açıklamalarının zayıf olduğu görülmüştür. Yanlış cevabı seçen öğrencilerinde teorilerin doğal fenomenlerin açıklaması olduğu şeklinde derin bir yorum yapamadığı görülmüştür. Öğrencilerin teorilerin doğasını anlamada yetersiz oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Howe (2003) Orak Hücre Anemisi araştırmalarının tarihçesini konu alan ders etkinlikleri geliştirmiş ve uygulamaların hizmet öncesi öğretmenlerinin bilimin doğası kavramlarına etkilerini araştırmıştır. Etkinlikler bilim tarihinin fen konu alanı içine

gömüldüğü, bütün yaklaşımına uygun olarak tasarlanmıştır. Çalışma Western Michigan Üniversitesinde, Life Science for Elementary Educators II kursunda yürütülmüştür. Yaşları 18–24 arasında değişen 24 bayan öğrenci çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını değerlendirmede, Lederman (1990) tarafından geliştirilen ve Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından tekrar düzenlenen, açık uçlu sorulardan oluşan VNOS anketi kullanılmıştır. Anketten elde edilen verilerin geçerliğini sağlamak amacıyla yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Tarihsel olaylar ile bilimin doğasının doğrudan öğretimi etkinliklerinin birleştirilmesinin öğrencilerin büyük bir bölümünün bilimin doğası bakış açılarının zayıftan iyiye doğru değişmesine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

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

Walker ve Zeidler (2003) son zamanlarda toplumda tartışılan bir konu olan, genetiği değiştirilmiş yiyecekleri konu alan öğrenme etkinlikleri ve sınıf içi tartışmalarının, bilimin doğası bakış açısı ve tartışmalarda karar alma üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada internete dayalı öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Öğrencilerin bilim hakkındaki kavramlarını ortaya çıkarmak amacıyla, Rubba (1977) tarafından geliştirilen Bilimsel Bilginin Doğası Anketi (NSKS) kullanılmıştır. Web temelli etkinliklerde sohbet odası tartışmaları ve öğrencilerin sorulara yazdıkları cevaplar da veri kaynağı olarak

kullanılmıştır. Web temelli sorular, hem bilimin doğası hem de genetiği değiştirilmiş yiyecekler konularını ele almaktadır. Bu sorulardan genetiği değiştirilmiş yiyecekler ile ilgili olanları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Öğrencilerin bilim bakış açısı ile karar vermeleri arasındaki bağlantıya odaklanan sorular ise Aikenhead ve Ryan (1992) tarafından geliştirilen Fen Teknoloji Toplum Bakış Açısı Anketinden seçilmiştir. Sınıf içi tartışmalar video kaydına alınarak veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın dördüncü veri kaynağı ise yarı yapılandırılmış mülakatlardır. Mülakatlarda Lederman vd. (2001) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşle Anketi'nin soruları kullanılmıştır. Veriler analiz edildiğinde; öğrencilerin büyük bir bölümünün bilimin, geçici, gelişimci, sosyal ve politik, öznel ve yaratıcılık gerektirdiği boyutlarında yeterli kavramlar elde ettiği belirlenmiştir. Sorun temelli etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını ortaya çıkarmada ve geliştirmede etkili pedagojiler olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası kavramları ile karar vermeleri arasındaki ilişkiyi belirlemede, daha derin analizler yapabilmek amacıyla üç öğrenci seçilmiştir. Tartışma diyalogları incelendiğinde, öğrencilerin savunmalarında, konu alanı bilgilerine, genel veya spesifik kanıtlara yer verdikleri fakat bilimin doğası anlayışlarına başvurmadıkları belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle öğrenciler tartışmalarda bilimin doğası anlayışlarını açık referanslar olarak kullanmamışlardır.

Dagher vd. (2004) öğrencilerin bilimsel teorilerin doğasını anlamalarına yönelik bir kurs düzenlenmişler ve kurs boyunca öğrencilerin bilimsel teoriler ile ilgili bakış açılarının nasıl geliştiğini takip etmişlerdir. Çalışma 1996 yılının sonbahar semestrinde astronomi kursu bağlamında yürütülmüştür. Kursa katılan 340 öğrenciden 70'i çalışmaya katılmaya gönüllü olmuştur. Bunlardan 20 tanesi çalışmanın merkezi olarak seçilmiştir fakat 20 öğrencinin 9'undan belirlenen araştırma sorularına cevap verebilecek veri seti elde edildiğinden makalede dokuz öğrencinin sonuçları verilmiştir. Kursta bilimsel teorilerin ne olduğu doğrudan yöntem ile öğretilmiş, evrenin nasıl oluştuğu tartışılmıştır. Bilimsel teorilerin tartışılmasında Steady State ve Big Bang teorileri kullanılmıştır. Özellikle Big Bang teorisine güven duyulmasına ve Steady State teorisine ise güvensizliğin oluşmasında verilerin nasıl yorumlanabileceğini tartışılmıştır. Veriler mülakat, sınıf gözlemlerinden elde edilen alan notları ve sınav sorularına verilen yanıtlar aracılığı ile toplanmıştır. Öğrencilerin bilimsel teori tanımları, hipotezlerle eşittir, kanıtlarla ilgili fikirlerdir, doğruları gösteren açıklamalardır, kanıtlara dayalı açıklamalardır şeklinde dört kategoriye ayrılmıştır. Öğrencilerin kurs boyunca bilimsel teorilerin tanımı ile ilgili bu dört

kategorinin birinden diğerine ilerlemeleri takip edilmiştir. Yapılan analizler öğrencilerin teorileri tanımlamalarında kurs boyunca büyük değişimler olmadığını ortaya koymuştur. Öğrenciler bilimsel teorileri diğerlerinden ayırt etmede altı kriter kullanmaktadırlar. Bunlar; fen konuları ile ilgili olma, Big Bang teorisi gibi geleneksel olarak kullanılan dilde teori şeklinde ifade edilme, deney ve kanıtlara dayanma, matematiksel işlemler içermesi, yöntem ve geçici olmaktır.

Erdoğan (2004) yüksek lisans tez çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerini araştırmıştır. Çalışmaya 166 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmaya Gazi, Hacettepe ve Orta Doğu Teknik olmak üzere üç farklı üniversitenin ilköğretim bölümünde öğrenim gören öğretmen adayları katılmıştır. Katılımcıların Bilimin Doğası hakkındaki görüşlerini değerlendirmede Akinhead vd. (1989) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler Anketi'nden yararlanılmıştır. Ayrıca katılımcıların görüşlerini derinlemesine değerlendirebilmek amacıyla 6 erkek ve 3 bayan olmak üzere toplam 9 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Mülakat soruları bilimin doğası alanında yapılan çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarından (örneğin, VNOS form-A, VNOS form-B ve VNOS form-C gibi) yararlanılarak geliştirilmiştir. Katılımcılar bilimsel gözlemler, sınıflandırma tekniklerinin doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği ve sebep-sonuç ilişkileri konularında çağdaş bir bakış açısına sahiplerdir. Fakat bilimin tanımı, bilimsel modellerin doğası, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki ilişkiler, bilimsel yöntem, bilimin temel varsayımları, bilimsel bilginin belirsizliği, bilimsel bilginin epistemolojik durumu ve disiplinler arasındaki ilişkiler hakkında geleneksel görüşlere sahiplerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanunlar arasında hiyerarşik bir yapı olduğu, bilimsel bilgilerin kesin ve objektif olduğu, evrensel bir bilimsel yöntem olduğu, bilimsel modellerin gerçeği sunduğu, bilimin kültürden etkilenmediği kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kınık vd. (2004) ilköğretim yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin “Bilim nedir?” ve “Bilim adamı kimdir?” sorularına ilişkin düşüncelerini tespit etmişlerdir. Çalışmanın verileri; Bilim Nedir Ölçeği, “Bilim Adamı Kimdir?” konulu öğrenci çizimleri, doküman incelemesi ve gözlem çalışmaları ile elde edilmiştir. Çalışma nitel bir araştırma olduğundan elde edilen veriler içerik analiz yoluyla açıklanmıştır. Yapılan analizlerden sekizinci sınıflarda öğrencilerinin bilimi süreç, yedinci sınıfların ise bilim insanlarının kişisel özelliklerini ön plana çıkararak tanımladıkları tespit edilmiştir.

Lin vd. (2004) öğrencilerin bilimin doğasını anlaması ile problem çözme stratejileri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışmaya 8. sınıftan toplam 620 öğrenci katılmıştır. Çalışmada iki kavramsal problem çözme testi ve bir tane bilimin doğası anketi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Birinci test basınç, yoğunluk, yüzme, ısı ve sıcaklık konularını kapsamaktadır. İkinci test atom, molekül, atomik ağırlık, moleküler ağırlık ve kimyasal reaksiyonlar konularını içermektedir. Her iki testte Lin et al. (1996) ve Lin (1998)'in önceki çalışmalarında kullanılmıştır. Bilimin doğası anketi Nature of Scientific Knowledge Scale (Ruba and Anderson 1978) den faydalanarak hazırlanmıştır. Öğrencilere öğretim yılının ortalarında ilk kavramsal problem çözme testi ve bilimin doğası bakış açısı anketi uygulanmıştır. Öğretim yılının sonunda ise ikinci kavramsal problem çözme testi bilimin doğası anketi tekrar uygulanmıştır. Öğrencilerin problem çözme stratejilerini anlamak için, çalışmaya katılan öğrenciler arasından tabakalandırılmış random örneklem yöntemi ile dört öğrenci mülakat yapmak üzere seçilmiştir. Mülakatlarda Larkin and Rainard (1984) tarafından önerilen yüksek sesle düşünme uygulaması yapılmıştır. Bilimin doğası anketi sonuçlarına göre öğrenciler post pozitivist ve deneysel bakış açısına sahip olanlar şeklinde gruplandırılmışlardır. Ayrıca öğrenciler birinci dönem ortasındaki test sonuçlarına göre akademik başarıları yüksek olanlar ve düşük olanlar şeklinde de gruplara ayrılmıştır. Çalışma sonuçları öğrencilerin bilimin doğasını anlamasının, problem çözme stratejileri ile yakından ilişkili olduğunu gösteren nicel ve nitel kanıtlar ortaya koymuştur.

Kawasaki vd. (2004) ilköğretim üç ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek amacıyla teori kurma ve model oluşturma yaklaşımına dayanan bir çalışma tasarlamışlardır. Yüzme ve batma ünitesinde gerçekleştirilen çalışma, iki öğretmen ve bir araştırmacının işbirliği ile yürütülmüştür. 3 ve 4. sınıftan 18 erkek, 9 kız toplam 27 öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur. Veriler toplanırken öğrencilerin etkinliklerde geçirdikleri zaman ve tartışmaları takip edilmiştir. Öğrencilerin teori kurma ve model oluşturma becerilerini kullanırken konuşma, analiz etme, konu tartışmalarına makro seviyede katılma düzeyleri gözden geçirilmiştir. Veriler farklı alt başlıklarda gözden geçirilmiştir. Öncelikle öğrencilerin tartışmalara katılma zamanlarındaki miktara bakılmıştır. Öğretim sürecinde öğrencilerin dinleyici rolünden uzaklaşarak tartışmalara zaman harcadığı ve katılımlarının arttığı tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir analiz ise tartışmalara katılan öğrenci sayısındaki değişimdir. Sözel tartışma ve rapor oluşturmaya bütün sınıf etkinliklerinden daha fazla öğrenci katılmıştır. Son olarak teori oluşturma ve

modellemede tartışmaların kalitesi irdelenmiştir. Süreç boyunca tartışmaların kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, eğer öğrencilere bilim insanı gibi konuşma ve çalışma için araçlar verilirse onlarda bilim insanı gibi düşünebilirler şeklinde bir ifadede bulunmuşlardır. Ayrıca 3 ve 4. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkında bakış açısı kazanabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Veal (2004) yaptığı çalışmada bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yolla öğretmen bilimin doğası bakış açıları üzerine etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmaya 9 bayan 5 erkek olmak üzere toplam 14 hizmet öncesi ve hizmet içi orta öğretim fen öğretmeni katılmıştır. Uygulamalar Paleantropolojinin tarihi konusunda gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak sınıf içi görevler kullanılmıştır. Bunun yanı sıra kursun değerlendirmesini yapmak amacıyla, kurs değerlendirmeleri gözden geçirilmiştir ve beş katılımcı ile mülakat yapılmıştır. Düzenlenen kursun öğretmenlerin bilim doğası anlayışını geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kursun değerlendirmesi yapıldığında ise; katılımcıların kurstan hoşlandığı, kursu iyi buldukları şeklinde sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacı bilimin doğasının tarihsel durum içinde doğrudan yansıtıcı yolla öğretilmesini önermiştir.

Abd-El-Khalick (2005) fennin felsefesi (POS) kursunun hizmet öncesi fen öğretmenlerinin; bilimin doğası bakış açısına, bilimin doğasını öğretme hakkındaki algılarına ve bilimin doğası ile ilgili öğretim planlarına etkilerini değerlendirmiştir. Çalışma üniversite öğrencisi ve üniversiten mezun 56 hizmet öncesi ortaokul fen öğretmeni ile yapılmıştır. Katılımcılar ardışıklı iki fen yöntem kursuna katılmışlardır. Bu kurslarda katılımcılar bilimin doğasının doğrudan ve yansıtıcı yolla öğretilmesi konusunda bilgilendirilmişlerdir. On katılımcı ayrıca fennin felsefesi tarama kursuna katılmıştır. Katılımcılar yöntem kursu alanlar ve yöntem kursu ile birlikte fennin felsefesi kursunu alanlar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmek için çalışmanın başında ve sonunda “Bilimin Doğası Bakış Açısı Anketi” uygulanmış ve yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Bilimin doğasını öğretmedeki algı ve öğretim planlarına fennin felsefesi kursunun etkilerini görmek için ders planları ve bilimin doğası özel yansıtıcı kağıtları analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre fennin felsefesi kursu öğretmenlerin bilimin doğası bakış açılarının gelişmesinde ve bilimin doğasını sınıf uygulamalarına yansıtmada etkili olmuştur.

Bora (2005) doktora tez çalışmasında Türkiye’deki fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve lise 10. sınıf matematik-fen branşı öğrencilerinin bilimin doğası hakkında bakış açılarını araştırmıştır. Araştırmaya Türkiye’nin yedi coğrafik bölgesinden seçilen 21

ildeki Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, Fen Lisesi ve Anadolu Lisesinden toplam 1994 öğrenci ve 362 öğretmen (fizik 115, kimya 124 ve biyoloji 123) katılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerini değerlendirmek için Aikenhead vd. (1989) tarafından geliştirilen, dokuz kategoriden ve 114 çoktan seçmeli sorudan oluşan “Fen’in Doğası Hakkındaki Görüşler” (VOSTS) anketi kullanılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerini daha detaylı incelemek amacıyla 9 öğretmen ve 10 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Anket ve mülakatlardan elde edilen veriler öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası konusunda birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir. Katılımcılar bilimsel gözlemler, sınıflandırma tekniklerinin doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği ve sebep-sonuç ilişkileri gibi konularda çağdaş (gerçekçi) görüşlere sahipken bilimin tanımı, bilimsel modellerin doğası, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki ilişkiler, bilimsel yöntem, bilimin temel varsayımları, bilimsel bilginin epistemolojik durumu ve disiplinler arasındaki ilişkiler hakkında geleneksel görüşlere sahiptirler. Bilimin doğası bakış açısı bölgelere göre karşılaştırıldığında; Marmara Bölgesi’ndeki öğrencilerin daha çok çağdaş görüşü benimsedikleri, yetersiz bakış açısının en fazla olduğu bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesidir. Ege Bölgesindeki öğretmenlerin çoğu bilimin doğası hakkında çağdaş bakış açısına sahipken, Akdeniz Bölgesi öğretmenleri daha çok yetersiz bakış açısına sahiplerdir.

Chin (2005) Tayvan’da hizmet öncesi fen öğretmenlerinin, öğretmenlik programının ilk yıllarında bilimsel okuryazarlıklarının ve fenne karşı tutumlarının memnun edici bir seviyede olup olmadığını araştırmıştır. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyesini değerlendirmek amacıyla, Laugksch ve Spargo (1996) tarafından geliştirilen Temel Bilimsel Okur Yazarlık Testi (TBSL) kullanılmıştır. Anket, bilimin doğası, teknolojinin doğası, dünya bilimi, fizik, yaşam bilimi ve sağlık olmak üzere altı ölçeği içermektedir. Öğrencilerin tutumlarını değerlendirmede Fraser (1978) tarafından geliştirilen ve Cheng (1994)’ün Çinceye çevirdiği Bilimle İlgili Tutumlar Testi (TOSRA) kullanılmıştır. Çalışma Tayvan’ın kuzey, doğu, güney ve merkez bölgesinde yer alan dört üniversitede yürütülmüştür. Çalışmaya katılan öğrencilerin 326’sı fen eğitimi alanında, 974’ü ilköğretim alanında eğitim almaktadır. Veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Her bir test için sıklık, ortalama ve standart sapma hesaplanmıştır. Öğrenim görülen alan ve cinsiyet arasındaki farklılık Anova testi ile değerlendirilmiştir. Kolej eğitiminin ilk yılındaki öğrencilerin bilimsel okuryazarlığı memnun edici seviyededir. Katılımcılar bilimsel okuryazarlığın bilimin doğası alt boyutunda en düşük puanı elde etmişlerdir.

Erkeklerin bilimsel okuryazarlık seviyesi kızlardan daha yüksektir. Fakat hem kızlar hem de erkekler bilimin doğası ve fizik alanında zayıftır. Öğrencilerin bilime karşı tutumları ise orta düzeyde pozitif bulunmuştur. Bilime karşı tutumda cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmazken fen eğitimi alanında öğrenim görenlerin bilime karşı daha pozitif tutuma sahip olduğu tespit edilmiştir.

Edmonson (2005) doktora tez çalışmasında işbirlikli diyalogun, öğrencilerin bilimsel araştırmayı ve bilimin doğasını anlamasına etkilerini araştırmıştır. Araştırmada bilimin doğasının deneysel, yinelenebilir, toplumsal unsurları ele alınmıştır. Çalışma ilköğretim 4. sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Güney Carolina'nın üç kırsal ilçesinde yer alan, dört okuldan, beş sınıf çalışmaya katılmıştır. Diyaloglar dünya çapında web tabanlı e dergi sistemi XReport ile kolaylaştırılmıştır. XReport stratejisine öğrenci ve öğretmenler internet üzerinden ulaşabilmektedir. Öğrenciler Xreporta ulaştıklarında kendi tamamladıkları bir ders hakkında yazabilmekte, diğer öğrencilerin aynı konu ile ilgili neler yazdıklarını okuyabilmekte, diğerlerinin yaptıklarını yorumlayarak cevap yazabilmektedirler. Sınıf çalışmaları XReport yoluyla işbirlikli diyaloglar şeklinde yapılmıştır. Çalışma elektrik devreleri ünitesinde yürütülmüştür ve üç bölgesel ilköğretim okulunun online diyaloglara katılması sağlanmıştır. Veriler katılımcı gözlemler ve öğretmenlerle yapılan derin mülakatlar ile toplanmıştır. Ayrıca öğretim sürecindeki işbirlikli diyaloglarda veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Verilerin analizi, öğrencilerin mantıklı açıklamalarda bulunabildiklerini, kendi araştırmalarını ve açıklamalarını diğerlerine iletebildiğini göstermiştir. Öğrenciler kendi araştırmaları ve bilim insanlarının araştırmaları arasında bağlantılar kurabilmişler fakat kendi çalışmaları ile bilimin doğasının deneysel olduğu bağlantısını kuramamışlardır. Öğrenciler bilimin toplumsal girişimler olduğunu anlamışlardır. Öğrenciler kendi partnerlerinin çalışmalarının yinelenebileceğini, aynı sonuç alınmadığında tutarsızlık olduğunu fark etmişler fakat bunları bilimin doğasının yinelenebilir ve tutarsızlık olabilir boyutu ile birleştirememişlerdir. Araştırmacı 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel araştırma yapabileceği ve hem bilimsel araştırmayı hem de bilimin doğasını anlayabileceğini ifade etmiştir.

Fazio (2005) doktora tez çalışmasında işbirlikli aksiyon araştırmasına katılan dört öğretmenin bilimin doğası bakış açılarını tanımlamış ve yorumlamıştır. Action Research in Science and Technology Education ve Current Issues in Science and Technology Education programların her birine katılan iki toplam dört öğretmen çalışma örneğine alınmıştır. Katılımcılar aksiyon araştırmasıyla ilgili bilgilendirilmiş ve sınıflarında

taşımaları için desteklenmiştir. Bu aksiyon araştırmaları bilimsel araştırma veya bilimin doğasına odaklanmaktadır. Çalışma boyunca 10 aksiyon araştırması toplantısı yapılmıştır. Bu toplantılarda öğretmenler kendi projeleri ile ilgili geri bildirim alma şansına sahip olmuşlardır. Çalışma boyunca öğretmenlerin fikir ve teorileri araştırması, gündemde olan müfredat uygulamalarını kritik olarak incelemeleri, müfredat değişikliklerini uygulamaya yansıtmaları incelenmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış ve informal mülakatlar, anket, kritik olaylar ve sınıf cevapları, uygulamalarda öğretmenin alan notları, araştırmacı ve öğretmenin günlüğü (günlük notları), ses kaydı ve dokümanlar ile toplanmıştır. Uygulamalar sonunda öğretmenlerin bilimsel araştırma ve bilimin doğasını anlamalarında artışlar olduğu tespit edilmiştir. Fakat bilimsel araştırma ve bilimin doğası ile ilgili spesifik inançlarda önemli artışlar tespit edilememiştir.

Gürses vd. (2005) öğretmen adaylarının bilim ve bilimin doğası ile ilgili düşüncelerini değerlendirmeye çalışmışlardır. Çalışmaya K.K Eğitim Fakültesi Kimya öğretmenliği bölümünden 37 ve Erzincan Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliği bölümünden 78 öğrenci katılmıştır. Çalışmada bilimsel teori, teorinin doğası ve doğa kanunu ile ilgili düşünceler ele alınmıştır. Öğrencilere “Teori ve kanunlar değişir mi?”, “Yer çekimi kuvvetinin varlığını nasıl ispat edebilirsiniz?”, “Teori ne işe yarar?” şeklinde açık uçlu sorular sorulmuştur. Sorular yazılı olarak yöneltilmiş ve cevaplarda yazılı olarak alınmıştır. Veriler analiz edildiğinde yüksek öğretim öğrencilerinin teori, kanun ve ispat konusunda bilgi eksiğinin ve kavram yanlışlarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Huang vd. (2005) bilimin doğasının dinamik ve geçici olma, toplumsal müzakere ve kültürel boyutlarını içeren, küçük yaştaki öğrencilere yönelik, bilimin doğası ölçeği “Pupils' Nature of Science Scale” geliştirmişler ve bu anket yardımıyla öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarını incelemişlerdir. Anket 71 bölgesel okula mail yolu ile gönderilmiştir. 3038’i erkek 3129’u kız olmak üzere toplam 6167 geçerli anket analiz edilmiştir. Öğrenim kademesi, cinsiyet ve aborjin öğrenciler ile aborjin olmayan öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları t-test ile değerlendirilmiştir. Veriler analiz edildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir: beş ve altıncı sınıf öğrencileri bilimin doğasının geçici-dinamik ve toplumsal unsurlarında yapılandırmacı bakış açısına sahiplerdir fakat bilimin gelişmesinde kültürün etkisi boyutunda yeterli bakış açısına sahip değildir. Öğrenim kademesinin bilimin doğası bakış açısına etkilerine bakıldığında; kültür ve toplumsal müzakere unsurunda beş ve altıncı sınıf öğrencileri arasında anlamlı farklılık olmadığı, bilimin geçici ve dinamik unsurda ise altıncı sınıf öğrencilerinin daha çok yapılandırmacı bakış açısına sahip olduğu

ortaya çıkmıştır. Erkek ve kız öğrenciler arasında karşılaştırma yapıldığında; erkek öğrencilerin bilimin doğasının geçici ve dinamik ve toplumsal müzakere unsurlarını kız öğrencilerden daha iyi anladıkları belirlenmiştir. Bilimin doğası bakış açısı aborjin ve aborjin olmayan öğrenciler arasında karşılaştırıldığında; aborjin olmayan öğrencilerin, bilimin doğasının geçici ve dinamik, kültürel bağlam unsurlarında aborjin öğrencilerden daha yüksek puanlar elde etmişlerdir.

Kang vd. (2005) 6, 8 ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya 534'ü 6. sınıf, 551'i 8. sınıf, 617'si 10. sınıf olmak üzere toplam 1702 Koreli öğrenci katılmıştır. Araştırmacılar, 6, 8 ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası bakış açıları arasındaki farklılıkları belirlemeyi amaçlamışlar, ayrıca batılı öğrenciler ile Koreli öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları arasında karşılaştırmalar yapmışlardır. Araştırmanın verileri ilk 4 maddesi Solomon et al (1996), beşinci maddesi, ise Fen-Teknoloji-Toplum (VOSTS) anketinde bazı değişiklikler yapılarak oluşturulan anket ile toplanmıştır. Anket çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır, ayrıca her bir soruda, öğrencilerin seçimlerinin gerekçelerini açıklamalarını isteyen açık uçlu bölüm yer almaktadır. Sonuçlar Koreli öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili bütüncül/deneysel bir görüşe sahip olduğunu ve 6, 8 ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkında görüşleri arasında farklılık bulunmadığını ortaya koymuştur. Bilimin amacı ve teorilerin kesin olmayan yapısında Koreli öğrenciler ile batılı öğrenciler arasında farklılıklar olduğu ifade edilmiştir.

Kaya (2005) doktora tezinde geleneksel öğretim yöntemi ve tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımının ilköğretim yedi ve sekizinci sınıf öğrencilerin maddenin tanecikli, hareketli ve boşluklu yapısıyla ilgili başarılarına ve bilimin doğası ile ilgili kavramları anlamalarına etkilerini incelemiştir. Araştırma 2004/2005 öğretim yılının ilk yarıyılında, Ankara ilinin Çankaya ilçesinde, Gazi Eğitim Kültür Vakfı Özel İlköğretim Okulunda öğrenim gören 93 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deneysel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol grup tasarımı kullanılmıştır. Deney grubunda dersler tartışma teorisine dayalı öğrenci merkezli olarak ilenirken kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımı ile öğretim yapılmıştır. Uygulamalar haftada dört ders saat olmak üzere yaklaşık iki ay boyunca sürmüştür. Çalışmanın başında hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere Ön Bilgi Testleri, Başarı Testleri ve Bilimin Doğası İle İlgili Görüşler Anketi (BDİGA) uygulanmıştır. Başarı Testleri ve Bilimin Doğası İle İlgili Görüşler Anketi uygulamalar sonunda bütün öğrencilere tekrar uygulanmıştır. Öğrencilerin

bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları anlamaları derinlemesine değerlendirmek amacıyla deney ve kontrol grubu öğrencileri ile bireysel mülakatlar yapılmıştır. Deney grubu öğrencileri ile yapılan son mülakatlarda öğrencilerin fen bilgisi derslerinin yapısı ile ilgili düşünceleri de alınmıştır. Bunlara ek olarak deney grubu öğrencileri Tartışmacı Anketini ön ve son test olarak yanıtlamışlardır. Yapılan analizler tartışma teorisine dayalı öğretim etkinliklerinin hem akademik başarı hem de bilimin doğası ile ilgili kavramlar üzerinde geleneksel öğretimden daha etkili olduğunu göstermiştir.

Kılıç vd. (2005) 9. sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını anlamalarını değerlendirmişlerdir. Araştırma Genel Lise, Anadolu Lisesi, Meslek Lisesi ve Süper Lise olmak üzere dört farklı okulda türünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 575 öğrenci katılmıştır. Veriler Nature of Scientific Knowledge (NSKS) ölçeği kullanılarak toplanmış ve Manova ile analiz edilmiştir. Kız öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji kavram, teori ve kanunlarının birbiri ile ilişkili olduğu, ahlaki hükümlerin bilimsel bilgilerde de geçerli olduğu konusunda erkek öğrencilerden daha yüksek sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Bilimsel bilginin doğası hakkındaki öğrenci fikirlerinin okul türüne göre değiştiği, meslek lisesi öğrencilerinin diğerlerine göre daha geleneksel bir bakış açısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca katılımcılarının çoğunun bilimsel bilginin doğası hakkında yetersiz anlayışa sahip olduğu rapor edilmiştir.

Loper (2005) doktora tez çalışmasında, öğrencilerin bilimsel modellerin doğasını ve amacını kusurlu ve eksik anladıkları gerekçesinden yola çıkarak, araştırmaya dayalı müfredat içinde modellerin etkili şekilde öğretimini amaçlamıştır. Çalışma bir okulda bulunan dört tane 8. sınıftan birinde yapılmıştır. Sınıfta 6 öğrenci odak olarak seçilmiştir. Öğrenciler iki ay boyunca birbirinden bağımsız iki araştırma yapmışlardır. Bunlar; “kuvvet ve hareket” ve “kendi fen sergileri” projeleridir. Öğrenciler bilimsel araştırmalarda 6 basamak yaklaşımını kullanmışlardır (Soru, hipotez, araştırma, analiz, model, değerlendirme). Bu süreçte öğretmen ve öğrencilerin modellerle ilgili konuştukları kaydedilerek incelenmiştir. Ses ve video kaydı yapılmıştır. Verilerin analizi için öğrencilerin küçük grup çalışmaları, bütün sınıf etkileşimi, öğrencilerin yazma çalışmalarından yararlanılmıştır. Öğretimden sonra öğrencilerin modellerin doğasını ve amacını anlamak için mücadele ettiği, öğrencilerin çoğunun verilen formlara uygun modeller oluştursalar da hala modellerin ne olduğunu anlamada ve bilimsel araştırmalarda ki fonksiyonu göstermede sıkıntı çektikleri tespit edilmiştir.

Marx vd. (2005) fen öğrencilerinin bilimsel bilgileri ve bilimin doğasını kazanmaya yönelik tutumlarını incelemişlerdir. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Epistemological Beliefs Assessment for Physical Science (EBAPS) ve Maryland Physics Expectations Survey (MPEX) anketlerinin değiştirilip kombine edilmesiyle oluşturulan anket ile toplanmıştır. Çalışmanın verileri üç farklı fen kursuna katılan öğrencilerden elde edilmiştir. Bu kurslardan birinde geleneksel öğretim, ikincisinde geleneksel ve öğrenci merkezli arasında değişimli, üçüncü kursta ise öğrenen merkezli öğretim stilleri kullanılmıştır. Sonuçlar; öğrencilerin fenni ve bilimin doğasını öğrenmede tutumlarının gelişmesi için sadece kavramsal anlamayı vurgulayan müfredat materyalleri tasarlamının yeterli olmadığını göstermiştir.

Turgut (2005) doktora tez çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilim-teknoloji-toplum ilişkisini anlamalarında yapılandırmacı ve geleneksel öğretim tasarımlarının etkilerini incelemiştir. Çalışma Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı son sınıf öğrencileri ile Fen-Teknoloji-Toplum dersi kapsamında yürütülmüştür. Ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli, kullanılan çalışmada, deney grubunda yer alan 65 öğrenci yapılandırmacı öğretim tasarımına uygun olarak hazırlanan etkinliklere katılmışlar ve bir dönem boyunca yaptıkları çalışmaları rapor haline getirmişlerdir. Kontrol grubunda yer alan 65 öğrenci ise öğretmen merkezli, didaktik sunuma dayalı geleneksel öğretim tasarımı uygulamalarına katılmışlardır. Çalışmanın verileri Laugksch ve Spargo (1996) tarafından geliştirilen Temel Bilimsel Okur Yazarlık Testi (TBOT), Lederman ve O'Malley (1990) tarafından oluşturulan ve son hali Abd-El-Khalick (1998) tarafından verilen, literatürde VNOS-C olarak adlandırılan Bilimin Doğası Anketi (BDA) ve Bilim-Teknoloji-Toplum Anketi (BT TA) ile toplanmıştır. Verilerin analizinden yapılandırmacı öğretimin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilim-teknoloji-toplum ilişkisinin anlaşılması üzerinde geleneksel öğretimden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. BDA'nden elde edilen sonuçlara göre; yapılandırmacı öğretim tasarımı uygulamasıyla öğrenciler, bilimin değer bağımlı olduğu, aynı kanıtların farklı yorumlanabileceği, bilimsel süreçlerin hepsinde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğu, bilimsel sınıflandırmaların yapaylığı konularında anlayış geliştirmişlerdir. Bunların yanı sıra, öğrenciler başlangıçta sahip oldukları, teorilerin kanunlara dönüşebileceği, teorilerin doğrudan sınanabileceği, bilimsel modellerin gerçeğin kopyası olduğu şeklindeki zayıf anlayışlarını uygulama sonunda

gidermişlerdir. Ayrıca teknolojinin sadece bilimin uygulaması olduğu şeklindeki zayıf inançlarda düzelme tespit edilmiştir.

Yang (2005) 10. sınıf öğrencilerinin kanıtlar ve uzman fikirleri ile ilgili bakış açılarını değerlendirmiştir. Çalışmaya Tayvan’da bir yüksek okulun 10. sınıfında öğrenim gören 71 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin kanıt ve uzman fikirlerine bakış açısı toplumsal bir problem olan sel felaketi konusu içinde açık uçlu anket ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kişisel epistemolojileri Öğrenme Çevresi Tercihi Anketi Learning Environment Preference Questionnaire (LEP) ile belirlenmiştir. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdiği cevaplar, sel problemi hakkında sonuca ulaşmak için direk ve sayısal verilere ağırlık verdiklerini göstermiştir. LEP sonuçlarına göre; çalışmaya katılan öğrencilerin çoğu, %70 den fazlasının kişisel epistemolojisi, Perry (1970) modelinin ‘çeşitlilik’ basamağının ilk aşamalarında. Çeşitlilik basamağındaki öğrenciler bilinen çok bilgi olduğuna, doğru sonucu bulmak için tek yol olduğuna inanır. Fakat bu basamaktaki öğrenciler bazı bilgilerin bulanık olduğunu da fark ederler. İstatistiksel analizler kanıt ve uzman fikirlerine bakış açısının kişisel epistemoloji ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Akerson vd. (2006) hizmet öncesi öğretmenlere yönelik bir kurs düzenlenmiş ve bu kursun bilimin doğası kavramlarına etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında hazırlanan kurs bir sömestr boyunca haftada üç saat olarak sürdürülmüştür. Çalışmaya ilköğretim eğitimi bölümünden, 16 bayan, 3 erkek olmak üzere toplam 19 öğrenci katılmıştır. Fakat 19 öğrencinin tamamından gerekli olan bütün veriler elde edilememiştir. 14 bayan, 3 erkek öğrenciden elde edilen veriler ile çalışma tamamlanmıştır. Katılımcıların büyük bir bölümü ilköğretim eğitimi alanında yüksek lisans yapmaktadırlar ve yüksek lisans programının ilk yılındadırlar. Hiçbir öğrenci daha önce bilim felsefesi veya tarihi gibi kurslara katılmamıştır. Çalışmanın verileri, Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketinin B formu (VNOS-B) ile toplanmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları yeterli ve yetersiz olarak sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin durumu Perry’nin yetişkin öğrenenler için zihinsel gelişim şemasına göre de değerlendirilmiştir. Öğrencilerin doğrudan yansıtıcı öğretim yönteminin uygulandığı kurs sonunda bilimin doğası bakış açılarının önemli derecede geliştiği fakat beş ay sonra kurs sonunda elde ettikleri yeni kavramlarını devam ettirmedikleri, eski kavramlarına geri döndükleri tespit edilmiştir. Öğrencilerden birinin Perry’nin modelinin birinci basamağında (dualist), üç

öğrencinin üçüncü basamakta (Early Multiplicity), beş öğrencinin dördüncü basamakta (Late Multiplicity), altı öğrencinin beşinci basamakta (Relativism) ve bir öğrencinin altıncı basamakta (Commitment Foreseen) olduğu belirlenmiştir. Perry modelinin beş ve altıncı basamağında yer alan öğrencilerin edindikleri yeni kavramları beş ay sonrada devam ettirme eğiliminde olmasına rağmen, beşinci basamağın altındaki öğrencilerin beş ay sonra eski kavramlarına geri dönme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin beşinci basamakta görecelik basamağına ulaştıkları bu nedenle de bilişsel olarak kendi düşüncülerinin farkına vardıkları ifade edilmiştir. Öğrencilerin kendi düşüncülerinin farkına varmasının, yeni bakış açılarının sürdürülmesi şansını arttırdığı yorumu yapılmıştır.

Akerson ve Volrich (2006) Morgan adında bir hizmet öncesi öğretmen, sınıfında bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yöntemle öğretmesine odaklanan bir özel durum çalışması yapmışlardır. Çalışmanın başında Morgan'ın yeterli bir bilimin doğası bakış açısına sahip olup olmadığı anket ve mülakat ile değerlendirilmiştir. Morgan, Lederman vd. (2002) tarafında geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi'nin B formunu (VNOS—B) yanıtlamıştır. Anketin geçerliğini sağlamak için ise yaklaşık 45 dakika süren mülakat yapılmıştır. Çalışmanın temel veri kaynağı ders gözlemleri ve derslerin video kayıtlarıdır. Ayrıca birinci sınıf öğrencilerinin bilimin doğası bakış açısını değerlendirmek için ise, Lederman ve Khisfe (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi'nin D formu (VNOS—D) kullanılmıştır. Öğrenciler anketi çalışmanın başında ve öğretimin tamamlanmasından bir hafta sonra olmak üzere iki defa yanıtlamıştır. Öğrencilerin birinci sınıf olması nedeniyle okuma ve yazma yetenekleri sınırlı olduğundan, bu anket Morgan tarafından mülakat şeklinde öğrencilere cevaplatılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, ilköğretimin ilk kademelerinde bulunan öğrencilerin bilimin doğasının bazı unsurlarını anlayabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmada Morgan'ın hizmet öncesi öğretmen olmasına rağmen bilimin doğasının doğrudan öğretimini çok iyi planladığı belirlenmiştir. Bunlara ek olarak öğretmenlerin bilimin doğasını öğretebilmeleri için; bilimin doğasında uygun kavramlara sahip olmaları, bilimin doğasını öğretmeye niyetli olmaları, bilimin doğasını öğretmeye motive edilmeler, bilimin doğasını vurgulamak için harcadıkları çabanın desteklenmesi gerektiği de çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır.

Arslan vd. (2006) lise 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası bakış açılarını araştırmışlardır. Çalışma Türkiye'nin yedi coğrafik bölgesinden sosyo-ekonomik düzeye göre seçilen 21 ilde gerçekleştirilmiştir. 872 kız ve 1121 erkek olmak üzere toplam 1994

öğrenci araştırmaya katılmıştır. Öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki görüşlerini değerlendirmede “Fen-Teknoloji-Toplum Hakkındaki Görüşler” (VOSTS) anketinden 14 soru seçilmiş ve Türkçeye adapte edilerek kullanılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin bilimsel bilginin epistemolojisi konusunda birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir. Katılımcıların bilimsel gözlemler, sınıflandırma tekniklerinin doğası, bilimsel bilginin değişebilirliği gibi konularda çağdaş (post-positivist) bakış açısına, bilimsel modellerin doğası, hipotez, teori ve kanun arasındaki ilişki, bilimsel yöntem, bilimin temel varsayımları, hakkında ise geleneksel bakış açısına (positivist) sahip oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Khi-Kare testi ile analiz edildiğinde, öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki görüşlerinde cinsiyet, okul tipi ve bölgelere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Benlikaya vd. (2006) öğretmen adaylarına bilimsel bilginin özelliklerinin ve elde edilme yollarının öğretilmesi için Kapalı Kutu deneyi tasarlamış ve bu deneyin kullanılabilirliğini incelenmişlerdir. Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, Kapalı kutu deneyi ve deney esnasındaki etkinlikler örneklerle açıklanmıştır. İkinci bölümde ise bu deneyin uygulandığı öğretmen adayı gruplarının raporlarındaki görüş ve yorumları ve ödevlerinden örnekler verilmiş ve ayrıca bilimin doğası ile ilgili olarak uygulanan anketin sonuçları ele alınmıştır. Çalışmada etkinliğin bilimsel tutum geliştirmedeki katkıları tartışılmıştır.

Biernacka (2006) doktora tez çalışmasında müfredatta yer alan hava ünitesi içinde beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırma öğretmen araştırmacı işbirliği ile yürütülmüştür. Çalışmada bilimsel okuryazarlığı öğretmede Ebenezer ve Connor (1998) tarafından tasarlanan; Common Knowledge Construction Model kullanılmıştır. Çalışmada bilimsel okuryazarlığın, “bilim nedir?”, “nasıl bilim?” ve “niçin bilim?” olmak üzere üç düşüncesi geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmaya bir beşinci sınıf öğretmeni ve bu öğretmenin öğrencileri katılmıştır. Derslerin öğretimi ve kazanımların değerlendirilmesi 6 hafta yaklaşık 44 ders sürmüştür. Veriler gözlem, mülakat, öğrencilerin yazı çalışmaları, haritalar ve fotoğraflarla toplanmıştır. Veriler toplandıktan hemen sonra genel kalıpları oluşturmak ve verilere anlam verebilmek için kodlanmıştır. Veriler analiz edildiğinde “Common Knowledge Construction Model” öğretim modelinin ve araştırmacı öğretmen işbirliğinin öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirdiği görülmüştür. Bilimin ne olduğu konusunda öğrenciler hava ile ilgili kavram ve ilkeleri anlamayı geliştirmişlerdir. Nasıl bilim sorusunda; öğrenciler

bilimsel bilgilerin; kısmen insan yaratıcılığı ve hayal gücüne dayandığını, geçici olduğunu, toplum ve kültür içine gömülmüş yapısını, deneysel olduğunu, birçok yöntemle elde edilebileceğini kavramışlardır. Niçin bilim konusunda ise öğrenciler fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki karşılıklı ilişkilerin farkına varmışlardır.

Çelikdemir (2006) yüksek lisans tez çalışmasında ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerinin araştırmıştır. Çalışmaya altı farklı ilköğretim okulundan 1026 altıncı sınıf ve 923 sekizinci sınıf olmak üzere toplam 1949 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin tespitinde literatürdeki iki farklı anketten yararlanılarak oluşturulan “Nature of Science Questionnaire for Elementary Level” (İlköğretim Düzeyi İçin Bilimin Doğası) anketi ile elde edilmiştir. Anketten elde edilen verilerin yanı sıra 12 gönüllü öğrenci (7 altıncı sınıf ve 5 sekizinci sınıf) ile görüşmeler yapılmıştır. Veriler analiz edildiğinde ilköğretim okulu öğrencilerinin büyük bir bölümünün bilimin doğası hakkında geleneksel bakış açısına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle öğrencilerin çoğu bilimsel teori ve kanunların farklı birer bilimsel bilgi niteliğinde olduklarının farkında değildir ve teori ve kanunlar arasında hiyerarşik bir yapı olduğunu düşünmektedirler. Birçok öğrenci bilimsel bilgiye ulaşmak için kesin ve tanımlanmış bir bilimsel metodun varlığına inanmaktadır. Öğrencilerin çoğu bilimin sosyal boyutunun ve bilimin insan etkinlikleri olduğunun farkında değildir. Ayrıca 8. sınıf öğrencileri 6. sınıf öğrencilerine göre daha çağdaş bakış açısına sahiplerdir. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel bilginin öznel, sosyal ve kültürel yapısı, yaratıcı doğası, belirsizliği ve bilimsel yöntem ile ilgili görüşlerinde de cinsiyete bağlı olarak anlamlı farklar olduğu bulunmaktadır.

Çelik ve Bayrakçeken (2006) fen-teknoloji-toplum (STS) kursunun öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramlarına etkisi araştırmışlardır. Çalışma üç sınıf öğretmenliği ve bir ilköğretim Fen Bilgisi öğretmenliği sınıfında yürütülmüştür. 108 erkek, 105 kız olmak üzere toplam 213 öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. Katılımcıların tamamı öğretmen eğitiminin son yılındadır. Çalışmanın verileri Aikenhead vd. (1989) tarafından geliştirilen “Fen, Teknoloji ve Toplum Bakış Açısı Anketinin” (VOSTS) bilimin doğası ile ilgili olan 13 maddesi kullanılarak hazırlanan test ile toplanmıştır. STS kursundan önce öğretmenler bilimin doğası hakkında geleneksel bakış açısına sahiptirler. STS kursu öğretmen adaylarının bilimsel kanun, teori ve hipotezlerin özellikleri, bilimsel yöntem, bilimin hayal gücü ve yaratıcı unsurunda çağdaş bakış açısı geliştirmelerini sağlamıştır. Kurs modellerin doğası hakkındaki zayıf görüşleri değiştirmede etkili

olamamıştır. Buna ek olarak kurs öğretmen adaylarının bilim tanımını negatif yönde etkilemiştir. Kurstan sonra katılımcıların bilimi, bilgiler kümesi olarak tanımladığı ve bilim ile teknolojiyi karıştırdığı belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlara bağlı olarak, araştırmaya dayalı doğrudan yansıtıcı yaklaşımın öğretmen adaylarının bilimin doğası bakış açısını geliştirmede etkili olduğu ifade edilmiştir.

Friedman (2006) yüksek okul öğrencilerinin biyolojik sınıflamayı tarihsel durum çalışması içinde öğrenirken bilimin doğası ile ilgili oluşturdukları anlamları sistematik olarak değerlendirmiştir. Çalışma banliyölerde yer alan bir yüksek okulda yapılmıştır. Okulun öğrencileri, dil, etnik ve ekonomik olarak farklı yapılara sahiptir. Çalışmanın yürütüldüğü kursta toplam 30 öğrenci bulunmaktadır. Araştırmacı 7 kız öğrenci üzerinde odaklanmıştır. Çalışma öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini anlamaya çalıştığından etnografik bir araştırma olarak yürütülmüştür. Çalışmada etkinliklere başlamadan önce öğrencilerin bilimin doğası kavramları araştırılmış, bu verilerden de faydalanan etkinlikler tasarlanmıştır. Öğrenciler çalışma kapsamında. Aristotle, Age of Discovery, Linnaeus, Mikroskop ve Evrim olmak üzere 5 derse katılmışlardır. Bu derslerin her biri biyolojik sınıflamanın tarihi ile ilgili olup durum çalışması şeklinde yapılmıştır. Bu beş dersin her birinden sonra öğrencilerin bilimin doğası kavramları gözden geçirilmiştir. Böylelikle bilimin doğası kavramsal değişimine bakılmıştır. Katılımcı gözlemleri ve gözlemler sırasında alınan notlar, ses kayıtları, sınıf etkinliklerinden sonra öğrencilere yazdırılan makaleler, test, quiz, öğrenci çalışmaları gibi öğrenci ürünleri, formal ve informal mülakatlar, anket (Views of Nature of Science, VNOS), araştırma süresince araştırmacının yazmış olduğu yazılar veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Öğretime başlamadan önce öğrencilerin çoğunun bilimin tanımı, geçici ve öznel unsurlarında yeterli kavramlara sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Uygulama sonunda 7 öğrenciden biri haricinde diğerlerinin bilimin doğası bakış açılarının gelişmiştir. Yaşa göre inceleme yapıldığında, genç öğrencilerin bilimin doğası kavramlarının daha çok geliştiği dikkati çekmiştir.

İrez (2006) fen öğretmeni eğitimcilerinin bilimin doğası inançlarını değerlendirmiştir. Fen eğitimi alanında doktora çalışmalarını İngiltere’de sürdüren 9, Amerika’da sürdüren 6 toplam 15 akademisyen çalışmaya katılmıştır. Katılımcılar ile iki defa mülakat yapılmıştır. Çalışmalarını İngiltere’de sürdüren katılımcılar ile mülakatlar yüz yüze ve ses kaydı ile Amerika’da sürdürenlerle ise MSN Messenger software ile kamera ve mikrofon kullanılarak yapılmıştır. Bütün mülakatlar hard diske kaydedilmiştir.

Mülakatlarda VNOS-C (Views on Nature of Science Questionnaire, Form C) anketinin soruları kullanılmıştır. Katılımcılarla yapılan birinci mülakat verileri kodlandıktan sonra zihin haritaları oluşturulmuştur. İkinci mülakatlar zihin haritaları üzerinde konuşmalar şeklinde yapılmıştır. İkinci mülakatta bazı katılımcıların inançlarını değiştirdiği görülmüştür. Mülakatlar sırasında 15 katılımcıdan 2 sinin fennin felsefesi ve tarihi kursuna katıldıkları ortaya çıkmıştır. Bu kursları alan 2 kişi ve kursları almayan 3 kişi toplam 5 kişi fennin felsefesi veya toplumsal fen konularıyla ilgilenmektedirler. Katılımcılar bilimin doğasının deneysel ve geçici unsurlarında yetersiz kavramlara sahiplerdir. Mühendislik geçmişine sahip olanların diğer katılımcılara göre daha zayıf kavramlara sahip oldukları dikkati çekmiştir.

İrez vd. (2006) lise biyoloji öğretmenlerinin bilimin doğası ve liselerdeki fen alanı derslerinin işlenişi ile ilgili fikirlerini araştırmışlardır. Çalışmaya Türkiye'nin farklı bölgelerinde görev yapan, Temmuz 2005'te hizmet içi eğitim seminerlerine katılmak üzere İstanbul'da toplanan 86 biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışmanın verileri Taylor ve Fraser (1997) tarafından geliştirilen Bilim ve Fen Dersleri Hakkındaki İnanışlar anketinin Türkçe versiyonu ile toplanmıştır. Biyoloji öğretmenlerinin bilime bakış açıları iki alt bölümde (a) bilimsel sorgulama süreci ve (b) bilimsel bilginin kesinliği; fen bilimleri dersleri hakkındaki görüşleri de yine iki alt bölümde (a) okulda bilimsel sorgulama süreci ve (b) okuldaki fen derslerinde bilimsel bilginin kesinliği şeklinde incelenmiştir. Öğretmenlerin bilim hakkındaki fikirleri ile okullardaki fen öğretimi hakkındaki fikirleri arasında paralellik olup olmadığı, her alt ölçekten elde edilen toplam skorların ortalamalarının Mann-Whitney testi ile karşılaştırılmıştır. Bulgular öğretmenlerin bilimsel yöntem ve inançların bilime etkisi konularında pozitivist görüşlere sahip olduğunu, bilimin yapıldığı toplumdan ve kültüründen etkilenmediğini, bilimsel bilginin teoriden daha üstün olduğu ve teorilerin değişme ihtimalinin bilginin değişme ihtimalinden daha fazla olduğuna inandıklarını göstermiştir. Öğretmenlerin bilimsel sorgulama süreci ve bilimsel bilginin kesinliği alt ölçeklerinde elde ettikleri puanlar ile okulda bilimsel sorgulama süreci ve fen derslerindeki bilimsel bilginin kesinliği alt ölçeklerinde elde ettikleri puanların tutarlı olmadığı belirlenmiştir. Bilime yönelik tutum ve davranışlar, bilim öğrenme ve öğretmeyi etkilediğinden üst seviyelerde yapılan program değişikliklerinin etkili olabilmesi için bu tutum ve davranışların hizmet içi eğitim seminerleri ve destekleyici materyallerin dağıtılması şeklindeki düzenlemeler ile desteklenmesi önerisinde bulunulmuştur.

Kaya ve Kocakulah (2006) fen bilgisi öğretmen adaylarına bilimin doğasını öğretmek amacıyla Evren konusu bağlamında tarihsel yaklaşımı kullanmışlardır. Çalışmaya Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıfından 45 öğrenci katılmıştır. Veriler Ryan ve Aikenhead (1998) tarafından geliştirilen Bilim-Teknoloji-Toplum Üzerine Görüşler (VOSTS) ölçeği, 8 öğrenci ile yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlar ile toplanmıştır. Çalışmanın başında öğrencilerin bilim doğasına ilişkin görüşlerinin istenilen seviyede olmadığı görülmüştür. Uygulamalar öğretmen adaylarının fen eğitiminde bilimsel bilginin önemine olan inançlarını arttırmıştır. Katılımcılar okullardaki fen eğitimine bilim tarihinin katılmasıyla derslerin daha zevkli hale geleceğini düşünmektedirler.

Kessels vd. (2006) PISA 2001 değerlendirmesinde İngiltere'nin fen ve matematik okuryazarlıklarında ilk ona girmesine rağmen fizik ve matematik alanlarına ilginin azalması gerekçesiyle öğrencilerin fizik imajlarını ve tasarlanan bir kursun bu imajları değiştirmeye etkilerini incelemişlerdir. Bu bağlamda çalışma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğrencilerin fizik imajları, ikinci bölümde ise imajları değiştirmeye yönelik kursun etkileri ele alınmaktadır. Çalışmanın ilk bölümüne 11. sınıfta öğrenim gören 63 öğrenci katılmıştır. Verilerin toplanmasında Dolaylı İlişkilendirme Testi (Implicit Association Test) kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kişisel bilgilerini elde etmek için açık uçlu sorular, fizik ve İngilizceye karşı tutumları değerlendirmek amacıyla yedili likert türü ölçek kullanılmıştır. Öğrenciler fiziği zor, erkelere özgü ve kişisel süreçlerden çok dış kurallara bağlı olduğu imajına sahiplerdir ve fiziğe yönelik tutumlar genellikle zayıftır. Fiziğin yaratıcılık gerektirmediği, toplumla ilişkisinin olmadığı düşünülmesi tutumu olumsuz etkilemektedir. Çalışmanın ikinci bölümüne ise felsefe öğrenimi gören 71 üniversite öğrencisi katılmıştır. Bu öğrenciler ortaöğretimde fizik eğitimi almışlardır. Gerçekleştirilen eğitimlerde bilim felsefesi ile ilgili okuma metinleri kullanılmıştır. Öğretim sonrasında fiziğin dışsal kurallara bağlı olduğu ve negatif ifadelerin azaldığı tespit edilmiştir.

Koehler (2006) doktora tez çalışmasında, öğretmenlerin bilimin doğasının doğrudan öğretiminin yapıldığı bir kursa katılmasının, bilimin doğası kavramlarına ve pedagojik uygulamalarına etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışmaya üç yüksek okul biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışma iki kısımda tamamlanmıştır. Birinci bölümde öğretmenler Bilimin Doğasını Öğretme adında bir kursa katılmışlardır. Bu kursta öncelikle öğretmenlere bilimin doğası tanıtılmıştır. Ayrıca öğretmenler araştırma temelli bilimin

doğasının öğretimini kolaylaştırıcı “Bilimin Doğası Öğretimi İçin Model” çalışmasına, son olarak bilimin doğası kavramlarını güçlendirecek gerçek fen aktivitelerine katılmışlardır. Çalışmanın ikinci bölümünde öğretmenlerin birinci bölümde yapılan çalışmaları kendi sınıflarında nasıl uyguladıkları gözlemlenmiştir. Öğretim sonunda öğretmenlerden biri hariç diğerlerinin bilimin doğası kavramlarında olumlu değişimler olmuştur. Ancak öğretmenlerden sadece bir tanesi doğası öğretimini sınıfında uygulamıştır.

Küçük (2006) doktora tez çalışmasında, doğrudan yansıtıcı yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinliklerinin, 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada bilimin doğasının deneysel, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, hayal ve yaratıcılık gerektirmesi boyutları ele alınmıştır. Çalışmada 12 öğretim etkinliği tasarlanmış ve 17 ilköğretim 7. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Etkinlikler haftada iki saat olmak üzere toplam on haftalık bir zaman diliminde uygulanmıştır. Etkinlikler aynı zamanda kendi bilimin doğası kavramları incelenen bir fen bilgisi öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Veriler ilk ve son bilimin doğası öğretmen ve öğrenci anketi, yarı yapılandırılmış mülakatlar, ilk ve son tutum anketi, ilk ve son bilimsel bilginin doğası anketi, her bir etkinlikten sonra öğretmen ve öğrenciler tarafından yazılan yansıtıcı yazılarla toplanmıştır. Ayrıca etkinliklerin uygulanışı video kaydına alınmıştır. Katılımcıların çalışmanın başında ve sonunda bilimin doğası ile ilgili profilleri çıkarılmıştır. Verilerin analizinden, öğrencilerin tamamına yakınının bilimin doğası ile ilgili düşüncelerinin yeterli düzeyde geliştiği, öğretmenin ise teori ve yasa arasındaki fark dışında yeterli görüşlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Etkinlikler öğrencilerin tutumları üzerinde de olumlu etkiler yaratmıştır. Bilimsel bilgi anketinden elde edilen sonuçlara göre ise; bilimin doğası etkinlikleri uygulandıktan sonra öğrencilerin büyük bir bölümünün bilimin kesin olmayan, hayalci ve yaratıcı, çıkarıma dayalı ve sosyal kültürel doğası ile ilgili yeterli düşüncelere sahip oldukları görülmüştür.

Küçük ve Çepni (2006a) ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili kavramlarını araştırmışlardır. Çalışma Artvin il merkezine yakın bir ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıflarında okuyan toplam 140 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip olduğu kavramlar Kang vd. (2005) tarafından kullanılan anketin Türkçeye uyarlanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan anket formu çoktan seçmeli 5 sorudan oluşmakta, seçimin gerekçeleri sorulmaktadır. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler sayısal olmadığından, her bir soru için ileri sürülen fikirleri içeren çapraz tablolar oluşturulmuştur. Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin bilimin

doğasıyla ilgili görüşlerin karşılaştırılmasında Khi Kare istatistik yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ilköğretim öğrencileri bilimin doğası hakkında bütüncül/deneysel bakış açısına sahiplerdir. Buna ek olarak 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkında sahip oldukları kavramlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Küçük ve Çepni (2006b) bilimin doğası öğretiminde üç farklı yaklaşımın (tarihsel, dolaylı ve doğrudan yansıtıcı) tanıtmışlar, bilimin doğasının öğretime yönelik son on yılda yapılan ve fen eğitimi dergilerinde yayımlanan makaleleri analiz etmişlerdir. Çalışmada bilimin doğasının öğretiminde en etkin yaklaşımın ne olabileceği ve ülkemiz eğitim sisteminde nasıl uygulanabileceği hususları etraflıca tartışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Lewthwaite (2006) öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışını geliştirmede en etkili yolun hangisi olduğunu araştırmıştır. Bu amaçla çalışmada bir fen öğretim yöntem kursuna katılan öğretmen adayları üç gruba ayrılmıştır. Her bir grupta bilimin doğasının öğretimi farklı etkinlikler ile yapılmıştır. A grubunda bilimin doğasını öğretmek amacıyla, öğrenciler öncelikle gerçek fen etkinlikleri ile tanıştırılmışlardır. Örneğin ay gözlemleri, dünya ay ve güneş modeliyle mevsim değişiklikleri etkinlikleri yapmışlardır. Bu etkinliklerde elde edilen kanıtlarla, öğrenciler bilimin doğasının özelliklerini açıkça keşfetmişlerdir. Öğrenciler bilimin doğası hakkında kendi yaptıkları tanımları Reis (1993), Stinner (1995), National Science Teachers Association (NSTA, 2001), ve Science in the New Zealand Curriculum (Ministry of Education, 1993) gibi literatürde yapılan tanımlarla desteklemişlerdir. Bilimin doğası öğretimi üç ders saatinde yapılmıştır. B grubunda, bilimin doğasının açık tanımı Reiss (1993) ve Proje 2061 (NSTA, 2001) kaynaklarından yapılmış ayrıca ulusal müfredat sınıfta incelenmiştir. Mevsimler ve Dünyanın Uzaydaki yeri ile ilgili bilimsel bilgilerin tarihsel gelişimi üzerinde çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının sosyokültürel yapının bilimsel bilgilerin gelişmesine etkilerini keşfetmesi amaçlanmıştır. Bilimin doğası öğretimi 3 ders saatinde yapılmıştır. C grubunda diğer iki grubun aksine bilimin doğası öğretimi kurs boyunca devam etmiştir. Öğretmen adayları her dersten sonra, “bilimle ilgili ne öğrendim?”, “Bilimin doğası ile ilgili ne öğrendim?” ve “bilimin doğası anlayışını temel alarak, fen öğretme hakkında ne öğrendim?” sorularına yanıtlar yazdıkları yansıtıcı günlükler tutmuşlardır. Her üç grupta da uygulanan etkinlikler bilimin doğası anlayışının gelişmesine katkı sağlamıştır fakat C grubu bilimin doğasını

anlamada daha başarılı olmuştur. Bu nedenle sosyal yapılandırmacı ve yansıtıcı yöntemin kullanılmasının bilimin doğası anlayışını geliştirmede en etkili yol olduğu ifade edilmiştir.

Muşlu ve Macaroğlu-Akgül (2006) 8. sınıf öğrencilerinin bilim, bilim insanları ve bilimsel süreçler hakkındaki anlayışlarını tanımlanmaya çalışmışlardır. Çalışmaya İstanbul'da ki bir ilköğretim okulundan rastgele seçilen, 15 kız ve 11 erkek olmak üzere toplam 26 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın birinci veri kaynağı araştırmacılar tarafından geliştirilen "Bilim Nedir Ölçeği" ("what is science scale") dir. Bu anket, öğrencilerin bilim, bilim insanı, bilimsel süreçlerin tanımı ve özelliklerini yazmalarını gerektiren açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Öğrencilerin tanımları nitel veri analizi teknikleri ve teori kurma ile tutarlı olarak kodlanmıştır. Ankete verilen yanıtlar, öğrencilerin yazdığı hikayeler ve çizimler ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin bilim, bilim insanı ve bilimsel yöntem ile ilgili geleneksel bakış açısına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Rannikmaa vd. (2006) yaptıkları çalışmada, "Fen alanında çalışmayan üniversite öğrencilerinin bilimin doğası bakış açıları nedir?", "Okullarda verilen fen eğitimi ile öğrencilerin bilime karşı olan tepkileri arasında ilişki var mıdır?", "Bilim felsefesi kursu öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarını etkiler mi?" sorularına yanıt aramışlardır. Çalışmaya katılanların %21 psikoloji, %17'si pazarlama, %62'si hukuk alanında çalışmaktadır. Katılımcıların tamamı özel bir Estonya üniversitesinde öğrenim görmektedir. Katılımcıların geçmiş yaşantıları oldukça farklıdır, %32'sinin iş deneyimi yoktur, %68'i farklı alanlarda iş tecrübesine sahiptir. Katılımcıların %30'u erkek, %70'i bayandır. Katılımcıların %87'si 4 ile 8 yıl, %13'ü ise yaklaşık on yıl önce orta öğretimden mezun olmuşlardır. Çalışmaya katılanların tamamı zorunlu olarak bilim felsefesi kursuna katılmışlardır. Bu kursun amacı katılımcıların çağdaş bilim anlayışını geliştirmektir. Kursta, bilgi ve güç, gerçeğe geleneksel ve postmodern bakış açısı, bilimsel ilerleme ile ilgili pozitivist ve postmodern yorumlar, bilimsel yöntem hakkındaki tartışmalar gibi konular ele alınmıştır. Veriler kursun bitiminden hemen sonra katılımcılara yazdırılan raporlar aracılığı ile toplanmıştır. Raporlarda öğrencilere verilen görevler şunlardır: Okullarda öğrenciler arasında fen alanının popüler olmadığını anlatan küçük bir hikaye verilmiştir ve katılımcılardan, öğrencilerini fen öğrenmeye ihtiyaçları olduğuna ve bilimin doğasının doğru anlaşılmasının gücüne ikna etmeleri istenmiştir. Katılımcılara verilen diğer bir görev ise, okul öğrencilerine bilimin doğasını öğretebilecekleri bir kurs tasarımlarıdır. Çalışmaya katılan 58 öğrenciden 50'sinin bilimin doğasında çok sınırlı bir anlayışa sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunun bilimi okuldaki fen dersleri

olarak düşündüğü görülmüştür. Okulda verilen fen eğitimi ile bilimin doğası bakış açısı arasında sıkı bir ilişki olduğu ve okulda kazanılan bu bakış açısının değişime dirençli olduğu belirlenmiştir. Bilim sadece konular veya deneyler olarak görülmekte, bilimin geçici olduğu ve bilimin gelişmesinde yaratıcılığın önemli rol oynadığı yeterince anlaşılmamaktadır. Katılımcılar bilimin doğasını anlamakta yeterince başarılı olamamasına rağmen, sözde bilimin (bilim gibi sunulan fakat gerçek bilim olmayan örneğin, astroloji gibi) bilim olmadığını fark etmişlerdir. Bazı öğrencilerin teori ve kanunları ayırt etmede hatalar yaptığı görülmüştür. Bilim felsefesi kursunun, katılımcıların bilimin doğası bakış açıları ve okullarda bilimin nasıl öğretilmesi gerektiği ile ilgili düşünceleri üzerinde çok fazla etkili olmadığı tespit edilmiştir.

Şeker ve Welsh (2006) sekizinci sınıf düzeyinde, alternatif kavramlarla ilgili tarihsel yöntem kullanılarak bilgilendirme, tarih içinde bilim insanların karşılaştıkları zıtlıkları tartışma, bilim insanların hayat hikayeleri ve geleneksel yöntemi temel alan dört farklı öğretim müfredatı geliştirilmiş ve bu müfredatların bilimin doğası bakış açısı, fenni öğrenme ve fenle ilgilenme üzerine etkilerini araştırılmışlardır. Çalışmaya Amerika'nın Ohio eyaletinden 91, sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler rastgele yöntemle dört sınıfa atanmış ve sınıf etkinlikleri bir öğretmen tarafından uygulanmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası bakış açıları Abd-El-Khalick (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Epistemoloji Üzerine Bakış Açıları "Perspectives on Scientific Epistemology" (POSE) anketi, öğrenme isteklerini ölçmede, Mitchell (1992) tarafından geliştirilen İlgi Anketi "Interest Survey"nde bazı değişiklikler yapılması ile oluşturulan anket kullanılmıştır. Öğrencilerin anlamlı öğrenmesini ortaya çıkarmada ise kavram haritaları kullanılmıştır. Veri toplama araçları çalışmanın başında mevcut durumu tespit etme, çalışmanın sonunda ise uygulanan müfredatların etkilerini belirlemek amacıyla iki defa uygulanmıştır. Ayrıca uygulamaların sonunda öğrenciler ile mülakatlar yapılmıştır. Uygulanan etkinlikler sonunda sınıfların hepsinde anlamlı öğrenme puanlarının yükseldiği belirlenmiştir. Bu nedenle tarihsel yöntemi kullanmanın anlamlı öğrenme üzerinde olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Tarihsel yöntem bilimin doğasının, bilimsel yöntem ve çıkarıma dayalı unsurlarının anlaşılmasında olumlu etkiler yaratmasına rağmen geçici ve öznel unsurlarında anlamlı farklılıklar yaratmamıştır. Geleneksel sınıfta yer alan öğrencilerin bilimsel yöntem bakış açıları negatif yönde değişmiştir. Bilim tarihini dolaylı veya doğrudan yaklaşımla uygulamaya koyma açısından sonuçlar gözden geçirildiğinde, iki uygulama arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bilim insanların kişisel

yaşamlarını anlatan hikayelerin öğrencilerin fen ile ilgilenmesini olumlu yönde etkilerken bilim insanlarının tarih içindeki karşı karşıya geldikleri zıt fikirleri ve bilimsel bilgilerin oluşturulma süreçlerinin tartışılmasının öğrencilerin fenle ilgilenmelerini azalttığı tespit edilmiştir.

Tsai (2006) bilimin doğasının geçici ve yaratıcılık gerektirdiği unsurlarının vurgulandığı, literatürde bilimin doğasının bu iki unsuruna yönelik çok sayıda çalışma olmasına rağmen fizik ve biyoloji gibi özel konu alanlarında öğrencilerin bakış açılarını değerlendiren çalışmalar yapılmadığı gerekçesi ile

1. Öğrencilerin Biyoloji ve Fiziğin doğasının geçici olduğu bakış açıları arasında farklılık var mıdır?

2. Öğrencilerin Biyoloji ve Fiziğin doğasının yaratıcılık gerektirdiği bakış açıları arasında farklılık var mıdır?

3. Fizik ve Biyolojinin doğası bakış açısı cinsiyete göre farklılık gösterir mi?

4. Öğrencilerin fen eğitiminde geçirdikleri yıl ile Fizik ve Biyolojinin doğası bakış açıları arasında farklılık var mıdır? sorularına yanıt aramıştır. Çalışmaya 428 Tayvan'lı yüksek okul öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin akademik geçmişleri, demografik alanları, sosyoekonomik seviyeleri farklılıklar göstermektedir. Bütün katılımcılar en azından yüksek okul seviyesinde bir yıllık hem Biyoloji hem de Fizik kursunu tamamlamışlardır. Bazı öğrenciler bu alanlarda farklı kurslara da katılmışlardır. Öğrencilerin Fizik ve Biyoloji bakış açısı dört bölümden oluşan, beşli likert türündeki bir anket ile değerlendirilmiştir. Anketin birinci bölümü, Biyoloji bilgilerinin geçiciliği, ikinci bölümü Biyolojinin yaratıcılık gerektirdiği, üçüncü bölüm Fizik bilgilerinin geçiciliği, son bölüm ise Fiziğin yaratıcılık gerektirdiği hakkındaki bakış açılarını içermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre; öğrenciler biyoloji bilgilerinin fizik bilgilerine göre daha geçici olduğuna inanmaktadır. Genellikle fiziğin durağan bir bilim olduğu bakış açısı hakimdir. Çalışmaya katılan öğrenciler biyoloji ve fiziğin yaratıcılık gerektirdiği konusunda benzer bakış açısına sahiptir. Erkek öğrencilerin bilimin doğasının geçici ve yaratıcı unsurlarını daha iyi anlamışlardır. Öğrencilerin fen öğretiminde geçirdikleri yıllar arttıkça, biyoloji ve fiziğin yaratıcılık gerektirdiğini daha iyi anlamaktadırlar. Fakat öğretim seviyesinin artması ile fizik ve biyoloji bilgilerinin geçici olduğunun fark edilmesi arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Anketin dört bölümü arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre; biyoloji veya fiziğin yaratıcılık gerektirdiği ile biyoloji veya fizik bilgilerinin geçici olduğu bakış açılarının birbirine karşılıklı yarar sağladığı belirlenmiştir.

Bilimin doğasının bu iki unsurundan birindeki anlayışın gelişmesinin diğerini de pozitif yönde etkilediği, ayrıca öğrencilerin fizik ve biyoloji bakış açılarının birbirini pozitif etkilediği ifade edilmiştir.

Türkmen (2006) sınıf öğretmeni adaylarının “Bilim”, “Bilimsel teori ve kanunlar” hakkındaki görüşlerini ve fen bilgisi öğretimi derslerinin bu konudaki görüşleri nasıl etkilediğini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmaya sınıf öğretmenliği alanında lisans eğitimine devam eden ve fen bilgisi öğretimi dersini alan 182 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmanın verileri Fen Bilgisi Öğretimi dersinin başlangıcında ve sonunda yazılı olarak yöneltilen “Bilim nedir?”, “Bilimsel teori ve kanun nedir?” soruları ile elde edilmiştir. Elde edilen yazılı dönütler hazırlanan kriterlere göre gruplandırılmış ve analiz edilmiştir. Fen Bilgisi Öğretimi dersi bilimin tanımlanması üzerinde olumlu sonuçlar verirken, bilimsel teori ve kanunların tanımlanmasında etkili olamamıştır.

Akerson ve Hanuscin (2007) üç yıllık profesyonel gelişim programının, ilköğretim öğretmenlerinin bilimin doğası bakış açılarına, öğrencilerinde uygun bilimin doğası bakış açısı geliştirmek için uyguladıkları öğretime, bu öğretmenlerin öğrencilerinin bilimin doğası bakış açılarına etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışma Amerika’nın kuzey merkez bölgesinde K-6 seviyesinde hizmet veren bir okulda yapılmıştır. Okulda 14’ü sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 16 öğretmen görev yapmaktadır. Çalışmaya katılan 6 öğretmenden 3 tanesi amaçlı bir şekilde örnekleme seçilmiş ve onlar üzerine çalışma odaklanmıştır. Öğretmenlerin profesyonel gelişim programı boyunca bakış açılarındaki değişiklik VNOS-B, bu öğretmenlerin öğrencilerinin bakış açılarındaki değişimi izlemek için VNOS-D kullanılmıştır. Bu anketler mülakatlarla desteklenmiştir. Ayrıca öğrencilerin fikirleri üzerinde öğretmenlerin etkisini görmek için sınıf gözlemleri yapılmıştır. Profesyonel gelişim aktiviteleri ve sınıf içi öğretim uygulamalarında transkriptler, video kayıtları ve alan notları tutulmuştur. Öğretmenlerin ders planları ve öğretimsel yaklaşımlarındaki değişimleri açıklamaları da veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Profesyonel gelişim programının hem öğretmen hem de öğrencilerin çoğunun bilimin doğası bakış açılarında pozitif değişiklikler meydana getirmiştir. Program ayrıca, öğretmenlerin fen pedagojileri üzerinde de etkili olmuştur.

Ayar (2007) yüksek lisans çalışmasında Fen-Teknoloji-Toplum dersinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada ayrıca bilimin doğası üzerine görüşlere etki eden faktörler incelenmiştir. Çalışmaya 4. sınıfta öğrenim gören 112 öğrenci katılmıştır. Veriler “Fen Bilgisi Öğretimi

Tutum Ölçeği-II”, “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” ve “Değerler Ölçeği” ile elde edilmiştir. Ayrıca bilimin doğasına ilişkin görüşleri yordamada etkili olabileceği düşünülen fen dersleri not ortalamaları, eğitim dersleri not ortalamaları, genel not ortalamaları ve fen-teknoloji-toplum dersine ait ders başarı notları öğrenci işlerinden temin edilmiştir. Çalışmanın verileri analiz edildiğinde, fen-teknoloji-toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi olmadığı bulunmuştur. Bilimin doğasına ilişkin görüşleri yordamada akademik etkenlerin, bilimsel süreç becerilerinin etkili olmazken sosyal değerlerin ve fen öğretimine karşı tutumların etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ayvacı (2007) doktora tez çalışmasında, kütle çekim kuvveti konusunda, bilimin doğasının öğretilmesinde üç farklı yaklaşıma (dolaylı-doğrudan yansıtıcı-tarihsel) uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin, öğretmen adaylarının bilimin doğasını anlamalarına, kütle çekim konusundaki bilgilerine ve bilimsel bilgiye yönelik görüşleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmanın verileri anket ve mülakatlar ile elde edilmiştir. Her üç öğretim materyali öğretmen adaylarının bilimin doğasının bazı unsurlarını diğerlerine oranla daha fazla öğrenmesini sağlamıştır. Kütle çekim kuvveti konusunun öğrenilmesinde en fazla tarihsel yöntem etkili olmuştur. Üç uygulamada bilimsel bilgiye yönelik görüşler üzerinde benzer etkiler yaratmıştır. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın uygulandığı sınıf bilimin doğasının birçok unsurunu diğer gruplardan daha iyi anlamalarına rağmen kütle çekim konusunda yeterince başarılı olamamışlardır. Bütün bunlara ek olarak üç farklı yaklaşımda katılımcıların teori ve yasa arasındaki farkı yeteri kadar anlamaları sağlamamıştır. Bilimin doğasının fen konu alanı içerisinde, doğrudan yansıtıcı, tarihsel ve dolaylı yaklaşımların bir takım ilkelerini içeren karma yöntemin kullanılması önerilmiştir.

Davidsson ve Jakobsson (2007) yaptıkları çalışmada ziyaretçilerin ilgisini çekmeyi ve halkın bilim ile ilgilenmesini desteklemeyi amaçlayan İskandinav ülkeleri bilim merkezlerine odaklanmışlardır. Çalışmada İskandinav ülkelerindeki bilim merkezlerinde bilim farklı unsurlarının nasıl tanıtıldığı ve bu tanıtımların nasıl bir bilim imajı oluşturduğu incelenmiştir. Çalışmada bilim merkezlerinde çalışanlar bilimin hangi unsurlarını sergilemektedirler, bu merkezlerde çalışanlar gelecekte yapacakları çalışmalarda bilimin hangi unsurlarını ele almayı düşünmektedirler, yapılan çalışmalar hangi yollar ile farklı bilim imajı oluşmasına sebep olmaktadır gibi sorulara yanıt aranmıştır. Geniş bir coğrafyaya yayılmış olan bilim merkezleri çalışanlarından veriler anketler yoluyla

toplanmıştır. Beşli likert türündeki Web tabanlı anket, 88 bilim merkezi çalışanına gönderilmiştir ve anketlerin %75'inden dönüt alınmıştır. Çalışmanın verileri 30 bilim merkezinden elde edilmiştir. Bilim merkezlerinde genellikle bilim hakkında faydacıl başka bir ifade ile toplum hayatını kolaylaştırıcı bir imaj vurgulandığı tespit edilmiştir. Merkez çalışanları gelecekte yapacakları çalışmada bilimin toplumsal ve kültürel unsuruna odaklanmak istemektedirler.

Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar (2007) açık uçlu problem çözme yönteminin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası bakış açılarını değiştirmede etkili bir yol olup olmadığını irdelemişlerdir. Kontrol grubunda bulunan 19 öğrenci Genetik ünitesini İspanya'da kullanılmakta olan ders kitaplarını takip ederek öğrenmişlerdir. Deney grubundaki 30 öğrenci ise problem çözme yöntemi ile üniteyi öğrenmişlerdir. Öğretim öncesinde grupların bilimin doğası bakış açılarının benzer olup olmadığı literatürde daha önce birçok çalışmada kullanılan bir ankete verilen yanıtların Mann-Whitney U test ile analiz edilmesiyle belirlenmiştir. Öğretim uygulamalarının bilimin doğası bakış açılarını nasıl değiştirdiği açık uçlu sorular ile tespit edilmiştir. Uygulamaların kalıcılığı beş ay sonrasında takip edilmiştir. Öğretim uygulamalarından önce her iki gruptaki öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarının zayıf olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler ön testte deneysel yöntemi açık bir şekilde tanımlayamamışlardır, bilim insanlarının objektif olduğunu ileri sürmüşlerdir. Genetik konusunun öğretimi tamamlandığında geleneksel gruptaki öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarının değişmediği tespit edilmiştir. Problem çözme yönteminin bilimin bilim insanlarının özellikleri, teoriler ve fen-teknoloji-toplum arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında geleneksel yöntemden daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda bilimin doğası bakış açısındaki değişimin kalıcı olduğu çalışmadan elde edilen diğer bir sonuçtur.

Sadler (2007) öğrencilerin veri, çıkarım ve tahminler hakkında yetersiz bakış açılarına sahip olması gerekçesiyle bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada öğrenme halkası kullanılarak bilimde delilere olan ihtiyaç, bilgiler ve çıkarımlar arasındaki farkın anlaşılmasına yardımcı olacak etkinlik hazırlamışlardır. Öğretimde HIV virüsü ve AIDS hastalığı hakkında farklı iki görüş kullanılmıştır. Yazarlar makalede öğrenme halkasının keşif, kavram geliştirme ve uygulama aşamalarında neler yapılacağını ayrıntılı olarak açıklamışlardır.

Yalvaç vd. (2007) Türkiye hizmet öncesi fen öğretmenlerinin Fen-Teknoloji-Toplum bakış açılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya 176 öğretmen adayı katılmıştır.

Veri toplama aracı olarak; Aikenhead vd. (1989) tarafından kullanılan Fen-Teknoloji-Toplum Bakış Açısı Anketi (VOSTS) kullanılmıştır. Anket 114 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Araştırmacılar bu sorulardan 26 tanesini çalışmada kullanmak üzere seçmişler ve Türk kültürüne uygun hale getirmişlerdir. Verilerin elektronik formatta toplandığı çalışmada katılımcıların çoğunun bilimin tanımında ve bilimsel bilginin dinamik yapısında gerçekçi bir bakış açısına sahip olduğu, teknoloji ile bilimi ayırt etmeyi başardıkları, bilimin doğasının sosyal unsurunu anladıkları belirlenmiştir. Ancak öğretmen adayları hipotez, teori ve kanunların doğasında ve bilimsel yöntem konusunda zayıf bakış açısına sahiptirler.

Cavallo ve Mccall (2008) Evrim konusuna yönelik olarak geliştirilen bir öğretimin bilimin doğası ve evrim hakkındaki inançlar ile evrim konusunu anlamayı nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmada ayrıca evrim teorisi hakkındaki inançlar, bilimin doğası bakış açıları ve evrimi kavramsal olarak anlama arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Bir okulun üç farklı 9. sınıfında öğrenim gören 81 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki inançları daha önce Cavallo vd (2003) tarafından kullanılan Bilimsel Bilgi Anketi ile elde edilmiştir. Evrim teorisi ile ilgili inançlar Rutledge ve Warden (1999) adapte edilen Evrim Teorisinin Kabulü Ölçeği'nden elde edilen veriler ile tespit edilmiştir. Öğrencilerin evrim konusunu anlamalarının tespitinde Settlage ve Jensen (1996) tarafından hazırlanan Biyolojik Değişiklikleri Anlama Testi'nin B versiyonu ve Sinclair ve Baldwin (1996) den seçilen dört sorunun birleştirilmesiyle oluşturulan test ile kullanılmıştır. Bu test iki aşamalı test formatındadır. Veriler paired t-test ile analiz edilmiştir. Uygulanan öğretim öğrencilerin evrim konusunu anlamalarına olumlu katkılar sağlarken, evrim teorisi ve bilimin doğası hakkındaki inançlarda öğretim sonrasında değişiklik olmamıştır. Bilimin doğası hakkında zayıf görüşlere sahip öğrenciler ise evrim teorisine inanmama eğilimindedirler.

Liu ve Tsai (2008) fen alanından ve fen alanından olmayan üniversite öğrencilerinin bilimsel epistemolojik bakış açılarını incelemişlerdir. Çalışmaya Tayvan'ın güneyinde yer alan iki üniversiteden, 220 birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Fizik, Kimya, Matematik, Biyoloji ve Fen Eğitimi bölümünde öğrenim gören öğrenciler çalışmanın fen alanı olarak adlandırılan grubunu oluşturmaktadırlar. Dil, Sanat ve Eğitim bölümü öğrencileri ise fen dışı öğrenciler grubunda yer almaktadırlar. Çalışmanın verileri Fen Teknoloji Toplum Üzerine Görüşler anketi kullanılarak elde edilmiştir. 25 sorudan oluşan anket beşli likert tipindedir. Bu sorulara ek olarak bir tane açık uçlu soru ankette yer almaktadır. Grupların

epistemolojik bakış açılarında farklılık olup olmadığı t-test ile analiz edilmiştir. Fen alanında üniversite eğitimi alanlar toplumsal müzakere ve bilimin yaratıcı doğasında daha iyi puanlar elde etmişlerdir. Bilimin öznel ve kültürel etkiler unsurlarında fen dışı öğrenciler çok daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmada ayrıca fen dışı alan, pür fen bilimleri ve fen eğitimi olmak üzere analizler yapılmıştır. Fen eğitimi bölümü öğrencilerinin birçok unsurda başarısız olduğu tespit edilmiştir. Bütün bunlara ek anketin alt bölümleri arasında korelasyon irdelenmiştir. Bilimin doğasının kültür içine gömülü yapısı ve geçici unsurlarının epistemolojik inançlarda önemli olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilerin büyük bir bölümünün anketin açık uçlu sorusuna cevap vermemeleri dikkat çekmiştir. Açık uçlu soruda öğrenciler genellikle fenni rasyonel ve objektif olarak tanımlamışlardır. Ayrıca fen bilimlerinin deneysel unsurunda da bazı problemler tespit edilmiştir. Örneğin öğrenciler genellikle fennin somut olay ve olguları araştırdığını düşünmektedirler.

Kienhues vd. (2008) Epistemolojik çürütmeye dayalı ve geleneksel öğretimin epistemolojik inançlar üzerine etkileri incelenmişlerdir. Geleneksel öğretim grubunda Genetik konusunda ders kitaplarında olduğu gibi bilgilendirici metinler yazılmıştır. Deney grubunda ise Genetik konusu çürütme metinleri ile öğretilmiştir. Çürütme metinlerinde DNA hakkındaki zayıf fikirler tanıtılmış bunların yanlışlıkları açıklanmış ve doğru bilgiler sunulmuştur. Çürütme metinlerinde bu açıklamalar yapılırken aynı zamanda bilimin doğası hakkında ifadeler yer verilmiştir. Örneğin DNA parmak izi yönteminin kesin sonuç olmadığı, DNA parmak izinde ortaya çıkabilecek hataların nereden kaynaklandığı üzerinde durulmuştur. Öğretim on-line olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örneklemini farklı bölümlerde öğrenim gören 58 üniversitesi öğrencisi oluşturmaktadır. Katılımcıların epistemolojik inançları iki farklı anket kullanılarak elde edilmiştir. Veri toplama araçlarından biri Hofer (2000) tarafından geliştirilen beşli likert türünde on sekiz maddeden oluşan ankettir. Bu ankette epistemolojik inançların kesinliği, doğrulanabilirliği ve kaynağı ele alınmaktadır. Diğer veri toplama aracı ise bilginin doğasına yönelik zıt anlamlı ifadeler içeren (örneğin durağan-dinamik, objektif-öznel gibi) ve Stahl ve Bromme (2007) tarafından geliştirilen yedili likert tipindeki ankettir. İki farklı öğretimin epistemolojik inançlara olan etkisi Manova testi ile tespit edilmiştir. Grupların genetik ve DNA konularını öğrenmeleri ise Anova testi kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulama öncesinde zayıf görüşlere sahip olan ve çürütme metinleriyle genetiği öğrenen grupta zayıf

görüşlerin bilgiliye doğru değiştiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bilgili olan ve çürütme metinlerini kullananların ise fikirleri bilgiliden zayıfa doğru değişim göstermiştir.

Ogan-Bekiroglu ve Şengül-Turgut (2008) yapılandırmacı öğretimin epistemolojik inançlar üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma tek gruplu ön-test son-test modeli ile gerçekleştirilmiştir. 9. sınıfta öğrenim gören 22 öğrencinin bir sömestr boyunca geometrik fizik konularını yapılandırmacı yaklaşım ile öğrenmişlerdir. Yürütülen öğretim Gagnon and Collay (2001) tarafından önerilen altı bileşenli yapılandırmacı yaklaşım modeline göre sürdürülmüştür. Epistemolojik inançları değerlendirmek amacıyla bilimsel bilgilerin geçiciliği, basitliği, doğrulanması ve kaynağı olmak üzere dört unsura odaklanan Fizikte Epistemolojik İnançlar Envanteri kullanılmıştır. Öğrencilerin epistemolojik inançları gerçekçi, mutlakıyetçi, çoklu ve değerlendirci olmak üzere dört kategoride analiz edilmiştir. Gerçekçi zayıf inançları temsil etmektedir ve değerlendirciye doğru bilimsel bilgiye yönelik çağdaş inançlar benimsenmektedir. Öğretim öncesinde katılımcıların tamamının gerçekçi ve mutlakıyetçi inançlara sahiptir. Öğretimden sonra epistemolojik inançlarda olumlu yönde değişim gerçekleşmiştir Gerçekçi görüşlerde büyük düşüş yaşanmıştır. Öğrencilerin en üst düzey olarak çoklu kategorisinde yanıt verebilmişlerdir. Katılımcıların büyük bir bölümü öğretimden sonra hala mutlakıyetçi inançlara sahiptir. Öğretim sonrasında hiçbir öğrenci en üst düzey olan değerlendirci kategorisine ulaşamamıştır.

Othman (2008) bilim insanlarının yaşamlarından örnekler vermenin bilimin doğasını öğretmede etkili bir yol olabileceği ancak okullardaki fen eğitiminin bilimsel araştırmaların arkasındaki olaylar ve insanlar ele alınmadan yürütüldüğü gerekçesi ile bir makale yazmıştır. Araştırmacı James Watson'un DNA'yı keşfinin ele alındığı otobiyografi ve Rosalind Franklin'in DNA hakkındaki çalışmalarının anlatıldığı biyografilerin bilimsel bilgilerin nasıl birbiri ile benzeyebileceği veya birbirine zıt düşebileceğini açıkça ortaya koyduğunu ifade etmektedir. Makalede biyografilerin bilimin doğasının hangi unsurlarının keşfedilmesine katkı sağlayacağı açıklanmaktadır. Buna bağlı olarak öğretmenlerin bu biyografileri bilimin doğasını öğretmede kullanmaları önerilmektedir. Bu iki kitabın öğretmenlerin fenne karlı tutum ve motivasyonlarını etkileyeceğine, fen öğretimi ve öğrenimini geliştireceğine inanıldığı belirtilmiştir.

Özyeral-Bakanay (2008) yüksek lisans tez çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının evrim teorisine yaklaşımlarını, bilimin doğasına bakış açılarını tespit etmiş ve iki alan arasındaki potansiyel ilişkileri incelemiştir. Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim

Fakültesi Biyoloji Eğitim Ana Bilim Dalı 4 ve 5. sınıflarında öğrenim gören 75 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Evrim teorisine karşı görüşler Johnson (1985) tarafından geliştirilen ve Rutlage ve Warden (2000) tarafından kullanılan beşli likert tipindeki “Evrim ve Bilimsel Yöntemi Anlama ve Kabul Etmeyi İnceleme Anketi” ile toplanmıştır. Evrim teorisine karşı olumlu ve olumsuz yaklaşım gösteren beşer olmak üzere toplam 10 öğretmen adayı ile bilimin doğası hakkında yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlarda Abd-El-Khalick (1998) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Anketi (VNOS-C) soruları kullanılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının çoğunun evrim teorisine karşı olumsuz tutum gösterdikleri tespit edilmiştir. Bilimin doğası hakkında sahip olunan kavram yanlışlarının evrim teorisine yaklaşımları olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Parker vd. (2008) fen alanında öğrenim gören ve hava olayları ile ilgili bir kursa katılan üniversite öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili fikirlerini incelemişlerdir. Çalışmaya 17 öğrenci katılmıştır. Kursa katılan öğrenciler farklı alanlarda üniversite eğitimlerine devam etmektedirler. Çalışmanın verileri Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi (VNOS-C) ile toplanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler analiz edildiğinde öğrencilerin genellikle fen bilimlerini bir şeyleri test etme veya ispatlama olarak tanımladıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler bilimin doğasının geçici ve dinamik yapısını genellikle göz ardı etmekte, doğru ve yanlış şeklinde ontolojik kabullere sahiplerdir. Katılımcıların büyük bölümü teori ve kanunların doğası hakkında zayıf görüşlere sahiplerdir. Öğrenciler bilimsel bir çalışmada hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığı düşünmektedirler. Bununla birlikte katılımcıların çoğu deney tasarlama aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ifade temektedirler. Bilimsel verileri organize etmek ve anlamak için yaratıcılığın gerekli olduğunu düşününler azınlıktadır.

Wong vd. (2008) salgın bir solunum sistemi hastalığının (SARS) otantik bilimsel araştırma ve bilimin doğasının birçok unsurunun keşfedilmesinde kullanılabileceği gerekçesiyle bir araştırma tasarlamışlardır. Çalışmada bilimin doğası SARS araştırma tarihçesinin açıkça ve özlü olarak ele alındığı bir öğretim programı kullanılarak doğrudan özel durum çalışması içerisinde yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmiştir. Çalışmaya 44 hizmet öncesi, 13 hizmet içi fen öğretmeni katılmıştır. Veriler Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi’nin (VNOS-C) uyarlanması oluşturulan anket ile elde edilmiştir. Anket verileri yarı yapılandırılmış mülakatlar ile

desteklenmiştir. Yürütülen öğretim uygulamalarının bilimin doğası ve bilimsel araştırmanın anlaşılmasına destek olduğu tespit edilmiştir. Bu olumlu sonuçların elde edilmesinde durum çalışmasının doğrudan günlük yaşamla ilişkili olması, somut olması, katılımcılar için tanıdık bir durum olması, bilim tarihi hakkında kişisel deneyimlere olanak sağlaması ve öğretim materyallerinde yer alan bilim insanları mülakatlarından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Başol-Özcan (2009) yüksek lisans tezinde bilimin doğasının öğretiminde tarihsel yaklaşımın etkilerini incelemiştir. Araştırma 56 ilköğretim 7. sınıf öğrencisinin katılımıyla Atomun Yapısı konusunda gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler akademik başarıları düşük ve yüksek olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Verilerin toplanmasında açık uçlu yedi sorudan oluşan Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi (VNOS) kullanılmıştır. Öğrencilerin ankete verdikleri cevaplar bilgili, yetersiz ve kategori edilemeyen şeklinde kodlanmıştır. Uygulama öncesinde bilimsel bilgilerin çıkarıma dayalı yapısı, bilimsel modeller, bilimsel bilgilerin öznelliği ve sosyo kültürel faktörlerin rolünde çok az öğrencinin bilgili olduğu tespit edilmiştir. Ön testte akademik başarıları düşük öğrencilerin bilimin gelişmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünde akademik başarıları yüksek olan öğrencilere göre daha bilgili olmaları, verilen akademik eğitimin öğrencileri bilimsel bilgilerin yalnızca deneysel kanıtlarla elde edildiği düşüncesine götürdüğü şeklinde yorumlanmıştır. Tarihsel yaklaşımın etkilerini değerlendirebilmek üzere ön ve son test cevapları arasındaki fark Khi-Kare ile değerlendirilmiştir. İki grup arasındaki karşılaştırmada ise t-test kullanılmıştır. Öğretimden sonra her iki gruptaki öğrencilerin bilimin doğası bakış açılarının pozitif yönde geliştiği tespit edilmiştir.

Buaraphan ve Sung-Ong (2009) yaptıkları çalışmada Tayland'da 113 hizmet öncesi fen öğretmenin bilimin doğası kavramları incelemişlerdir. Beş yıllık öğrenim veren üniversitede, birinci sınıftan son sınıfa kadar bütün basamaklardan öğrenci çalışmaya katılmıştır. Çalışmanın verileri McComas's (1998) in "The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths" makalesinden yararlanılarak geliştirilen Myths of Science Questionnaire (MOSQ) ile toplanmıştır. Ankette öncelikle katılıyorum, kararsızım ve katılmıyorum seçeneklerinden biri tercih edilmekte, daha sonra bu seçimin gerekçelerinin açıklanması istenmektedir. Verilerin analizinde katılımcıların katılıyorum, kararsızım ve katılmıyorum şeklindeki cevapların yüzde değerleri hesaplanmış, açıklama bölümüne yazılanlardan alıntılar yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adayları hipotez, teori ve kanunlar hakkında bilgili değildirler, bilimsel bilgilerin

objektif olduğunu düşünmektedirler ve fen ve teknoloji arasındaki farkı ayırt edememektedirler. Öğretmen adaylarının çoğu bütün bilim insanları tarafından takip edilen tek bir bilimsel yöntem olduğuna inanmaktadırlar. Öğretmen adayları bilimin geçici unsurunda çağdaş kavramlara sahiplerdir. Bilimsel bilgilerin gelişmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğu anlaşılmına rağmen yaratıcılığın en çok deney tasarlama ve model geliştirmede kullanıldığını düşünülmektedir.

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

Gallucci (2009) özel durum çalışmasının öğrencilere bilimin nasıl çalıştığını ve bilimsel bilgilerin nasıl oluşturulduğunu öğretmede etkili bir yol olduğu gerekçesi ile bilimin doğasının çeşitli unsurlarına odaklanan yedi tane özel durum çalışması tasarlamıştır. Makalede bu özel durum çalışmaları ile bilimin doğasının hangi unsurunun öğretilabileceği, nasıl uygulanacakları, bilimin doğası ile ilgili hangi soruların sorulabileceği tanıtılmıştır.

Gültekin (2009) yüksek lisans tez çalışmasında proje tabanlı öğrenme uygulamalarının bilimin doğasıyla ilgili görüşlere, bilimsel süreç becerilerine, tutuma ve akademik başarıya etkilerini irdelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu modelin benimsendiği çalışmada, iki farklı 6. sınıfta öğrenim gören toplam 58 öğrenci katılmıştır. Kuvvet ve Hareket ünitesi gruplardan birine mevcut uygulamalar ile diğerinde ise proje tabanlı öğrenme uygulamaları ile öğretilmiştir. Bilimin doğasıyla ilgili veriler Rubba tarafından 1976 yılında geliştirilen, Öziönü ve Bilgiç (1982) tarafından Türkçeye adapte edilen beşli likert tipindeki Bilimin Doğası Ölçeği ile toplanmıştır. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin verilerin elde edilmesinde James R. Okey vd. tarafından geliştirilen

Türkçeye çeviri uyarlaması ise Özkan vd. tarafından yapılan Bilimsel Süreç Becerileri Testi kullanılmıştır. Akınoğlu'nun geliştirdiği Tutum Ölçeği, araştırmacı tarafından hazırlanan Akademik Başarı Testi ve Kavram Soruları çalışmanın diğer veri toplama araçlarıdır. Proje tabanlı uygulamalar bilimin doğasıyla ilgili görüşler ve kavramsal gelişim üzerinde geleneksel uygulamalardan daha etkili olmuştur. Kullanılmakta olan Fen ve Teknoloji kitapları bilimin doğası görüşleri üzerinde etkili olmamıştır. Çalışmanın diğer bağımlı değişkenlerinde her iki uygulamanın da artışlar sağladığı son testte gruplar arasında istatistiksel anlamda farklılaşma olmadığı belirlenmiştir.

Jordan ve Duncan (2009) öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkında zayıf bakış açılarına sahip olmaları ve fennin özel konu alanlarına göre bilimin doğası bakış açılarının değişebileceğinden yola çıkarak öğretmen adaylarının bilim imajlarını ekoloji ve genetik disiplinlerinde incelemişlerdir. Çalışmada öğretmen adaylarının “Ekoloji ve genetik alanlarındaki bilgileri nelerdir?”, “Ekoloji ve genetik alanlarındaki bilimin doğası bakış açıları ve bilim imajları farklı mıdır?”, “Bilim doğası hakkındaki farklı bakış açıları öğrencilere ne öğretileceğini etkiler mi?” sorularına yanıt aranmıştır. Çalışmanın örneklemini iki farklı öğretmen eğitimi programına katılan, toplam 37 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri anket ve mülakatlar ile toplanmıştır. Katılımcılar genetik ve ekoloji ile ilgili soruların çoğunu cevaplamada başarısız olmuşlardır. Öğretmen adayları genetik ve ekoloji alanlarının her ikisini de bilimsel olarak kabul etmekte bununla birlikte genetiğin bilimsel araştırma ile daha çok uyum gösterdiği imajına sahiplerdir. Fen bilimleri ve genetiğin amaçlarında faydacıl bir bakış açısı vardır. Ekoloji alanında kontrollü deney yapmanın daha güç olduğu bu nedenle elde edilen veriler daha problemli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte katılımcılar her iki alandaki bilgilerin de eşit güvenilirlikte olduğu bakış açısına sahiplerdir. Fen bilimlerinin farklı disiplinlerinde farklı bilim imajlarına sahip olunduğu bunda bilimin doğasını öğretmedeki uygulamaları etkileyeceği ifade edilmiştir.

Kattoula vd. (2009) özel durum çalışması olarak tasarladıkları araştırmada öğretmen adaylarına yönelik hazırlanan cebirsel temelli fizik kursunun bilimin doğası bakış açıları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kursu master derecesinde 28 hizmet öncesi öğretmen katılmış, çalışmada dört hizmet öncesi öğretmenin bakış açılarının değişimi sunulmuştur. Dalgalar, ses ve ışık konularının ele alındığı kurs altı hafta sürmüştür. Öğretmen adaylarının konu ve pedagoji arasındaki ilişkileri anlayabilmeleri için kurs aktif öğrenme, tartışma, gösteri ve laboratuvar olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Kursta bilimin

doğası kavramlarına yönelik doğrudan bir öğretim yapılmamıştır. Öğretmen adayları yansıtıcı sorular ve kavram haritaları ile bilimin doğası kavramlarıyla tanışmışlardır. Veriler üç farklı araç ile toplanmıştır. Bunlardan ilki Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi, diğeri kurs boyunca fizik konuları ve bilimin doğası hakkında oluşturulan kavram haritaları, sonuncusu ise kursta öğreticinin bilimin doğası ve fizik hakkında sorduğu günlük sorulardır. Katılımcıların bilimin doğası görüşleri zayıf, değişken ve yeterli olarak analiz edilmiştir. Kursun zayıf ve değişken bilimin doğası görüşlerini yeterliye dönüştürdüğü tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan günlük sorular ve kavram haritaları araştırmaya dayalı öğretim içerisinde kişinin bilimin doğası unsurlarını keşfetmesi ve yeniden organize etmesinde köprü olmuştur.

Metin (2009) yüksek lisans tezinde öğrencilerin bilimin sürecini, doğasını, diğer alanlarla ilişkisini doğada ve zevkli etkinlikler yoluyla tanımlarını sağlayacak bir yaz kampının bilimin doğası hakkındaki düşünceleri nasıl etkilediğini incelemiştir. Kampa Bolu şehir merkezindeki on ilköğretim okulunun 6 ve 7. sınıflarında öğrenim gören 24 öğrenci katılmıştır. Kamp programı öğrencilerin bilim sürecini kendilerinin bizzat deneyimde bulunarak öğrenebilecekleri yönlendirilmiş araştırma uygulamaları ve bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği etkinliklerden oluşmaktadır. Çalışmada bilimin doğasının geçici, öznel, gözlem ve çıkarım arasındaki fark, hayal gücü ve yaratıcı unsurları ile bilimsel modeller üzerine odaklanılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri Lederman ve Khishfe (2002) tarafından geliştirilen Çocukların Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşleri Anketi (VNOS-D) ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile toplanmış, yorumlayıcı yöntem ile analiz edilmiştir. Kampın öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Kamp en olumlu sonuçları bilimin deneysel unsurunda verirken gözlem ve çıkarım arasındaki farkın anlaşılmasında ise en az etkili olmuştur.

Mumba vd. (2009) kimya öğretim asistanlarının bilimsel teori ve yasaların özelliklerini, işlevlerini ve aralarındaki ilişkileri anlamalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmaya master derecesine sahip beş kimya öğretim asistanı katılmıştır. Bu katılımcılar aynı zamanda K-12 düzeyinde fakülte okul işbirliği ile gerçekleştirilen bir projede görev almaktadırlar. Öğretim asistanları öğrenciler için rol model olmakta, öğretmenlere konu bilgisi ve öğretimsel alanlarda destek sağlamaktadırlar. Bu esnada kendi çalışmaları için otantik araştırma ve profesyonel gelişimlerini sürdürme imkanı bulmaktadırlar. Çalışmada bu öğretim asistanlarına yönelik hazırlanan bir öğretimin bilimsel teori ve kanunların

anlaşılmasında yarattığı etkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen öğretimde bilimsel teori ve kanunlar Posner vd. (1982)'nin önerdiği kavramsal değişim çatısı altında dört aşamalı model ile ele öğretilmiştir. Veriler açık uçlu beş sorudan oluşan anket ve yarı yapılandırılmış mülakatlar yoluyla toplanmıştır. Veriler analiz edildiğinde öğretim öncesinde katılımcıların çoğunun teori ve kanunların özellikleri, birbiri arasındaki ilişki ve işlevleri hakkında bilgisiz bir bakış açısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretim sonrasında birçok katılımcı bu kavramları daha iyi anlamıştır. Yazarlar bireylerin üniversite düzeyinde fen konu alanında kuvvetli bilgilere sahip olsalar bile bilimin doğası hakkında basit bir anlayışa sahip olabileceklerini, bilimin doğasının açıkça öğretilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Yücel (2009) yüksek lisans tez çalışmasında ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik anlayışlarını geliştirmek amacıyla etkileşimli kısa tarihsel hikayeleri kullanmıştır. Çalışmada kullanılan beş adet etkileşimli kısa tarihsel hikayeler, ünlü Türk bilim insanlarını konu edinmektedir. Hikayeler 6, 7 ve 8. sınıflarda hafta birer ders saati içerisinde 10–15 dakikalık sürede uygulanmıştır. Çalışmaya 6. sınıf düzeyinde 22, 7. sınıftan 33, 8. sınıfta öğrenim gören 19 öğrenci katılmıştır. Çalışma ön-test son test tek gruplu deneysel model olarak tasarlanmıştır. Roach'un (1993) "Nature of Science Questionnaire" (NOSQ) ve Abd-El-Khalick'in (2002) "Perspectives on Scientific Epistemology Questionnaire" (POSE) seçilen sorular ile oluşturulan anket veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Etkileşimli kısa tarihsel hikayeler öğrencilerin bilimin doğası anlayışını geliştirmede etkili olmuştur.

Arı (2010) yüksek lisans tezinde fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarının bilimin doğası görüşlerini incelemiştir. Çalışma Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesinin son sınıfında öğrenim gören 80'i fen bilgisi, 61'i sınıf öğretmenliği bölümü olmak üzere toplam 141 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler Aikenhead vd. (1989) adapte edilen Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi (VOSTS) ile toplanmıştır. Ankette bir cümle verilmekte ve bu cümlenin gerekçeleri için seçenekler sunulmaktadır. Katılımcılar bu seçeneklerden birini seçmektedirler. Ayrıca 10 fen bilgisi, 8 sınıf öğretmeni adayı ile mülakatlar yapılmıştır. Katılımcıları görüşleri gerçekçi, kabul edilebilir ve yetersiz olarak analiz edilmiştir. Veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının bilimin doğası konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adayları bilimsel kararlar, bilimin özneliği, bilimsel modellerin doğası, hipotez, teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve bilimsel yöntem konularında geleneksel (yetersiz) görüş belirtirken bilim

insanının kişisel özellikleri, bilimsel bilginin geçiciliği ve araştırmalar için bilimsel yaklaşım konularında çağdaş (gerçekçi) görüş belirttikleri görülmüştür. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim insanlarının sosyal yaşantısı, bilimsel sürece ve ürüne cinsiyetin etkisi, sınıflamanın doğası, hipotezler, teoriler ve kanunlar konusunda sınıf öğretmen adaylarından daha gerçekçi görüşlere sahip olduğu araştırmadan elde edilen diğer bir sonuçtur.

Özdem vd. (2010) bilimsel okuryazarlığın Türkiye’de Fen ve Teknoloji programlarında önemli bir amacı haline gelmesi sebebiyle ilköğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini tespit etmişlerdir. Çalışmaya on farklı ilden, 6. sınıf düzeyinde 330, 7. sınıf düzeyinde 321 ve 8. sınıf düzeyinde 295 olmak üzere toplam 946 öğrenci katılmıştır. Veriler Laugksch ve Spargo (1996) tarafından geliştirilen Test of Basic Scientific Literacy anketi ile toplanmıştır. Anket bilimin doğası, bilimsel kavram bilgisi ve bilim ve teknolojinin toplum üzerindeki etkisi olmak üzere üç alt bölümden oluşmaktadır. Bu çalışmada bilimin doğası ve bilimsel kavram bilgisi bölümlerinden elde edilen veriler sunulmuştur. Ankette sorulara doğru, yanlış ve bilmiyorum olmak üzere üç seçenekten birinde yanıt verilmektedir. Veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Öncelikle anketin her bir alt bölümünde sınıflar düzeyinde ortalama değerler hesaplanmıştır. Öğrenim kademeleri arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü Anova ile tespit edilmiştir. İlköğretim öğrencilerinin orta düzeyde bilimsel okuryazar oldukları tespit edilmiştir. Sınıflar arasında bilimsel okuryazarlık seviyesi karşılaştırıldığında 6 ve 7. sınıflar arasında fark bulunmazken, 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık durumları bu iki sınıftan daha iyidir. Bilimin doğası alt bölümünde en iyi sonuçlar 8. sınıflara aittir, Bilimsel kavram bilgisi bölümünde ise 6 ve 8. sınıfların benzer puanlar elde ettikleri 7. sınıfların ise oldukça düşük puana sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrenim kademelerinin hepsinde bilimsel kavram bilgisi puanının bilimin doğası puanından daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Bütün öğrenim kademelerinde öğrencilerin bilimin doğasını anlamakta güçlük çektikleri vurgulanmıştır.

Yiğit vd. (2010) ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinin çeşitli değişkenler açısından incelemişlerdir. Çalışmaya dört farklı ilköğretim okulundan 478 öğrenci katılmıştır. Veriler Çoban ve Ergin (2008) tarafından geliştirilen likert türü bir anket olan Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşleri Belirleme Ölçeği ile elde edilmiş, bağımsız t-test ile analiz edilmiştir. Uygulanmakta olan Fen ve Teknoloji programlarının öğrencilerin bilimsel bilgi ve bilimin doğasına yönelik görüşlerde yeterli düzeyde değişiklik yaratmadığı tespit edilmiştir. Cinsiyet, sınıf düzeyi ve anne baba

eğitiminin bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte ailenin gelir düzeyi, evde internet bağlantısının bulunması, akademik başarı, okulda laboratuvar uygulaması yapılması, okul dışı kursa katılmanın bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde farklılık meydana getirdiği anlaşılmıştır. Çalışmanın dikkat çekici sonuçlarından biri okullarda laboratuvar uygulaması yapılan sınıflarda bilimsel bilgiye yönelik görüşlerin geleneksel anlayışa yatkın olmasıdır.

Yukarıda söz edilen çalışmalar incelendiğinde ilköğretimden üniversiteye çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin birçok çalışmaya konu olduğu, bilimin doğasını etkili bir şekilde öğretmek için çok çeşitli uygulamaların gerçekleştirildiği görülmektedir. Bilimin doğası ile ilgili çalışmalarda verilerin genellikle anket ve mülakatlar ile toplandığı dikkati çekmektedir. Anketlerin ise likert tipi, çoktan seçmeli, doğru yanlış ve açık uçlu sorular gibi değişik formatlarda olduğu dikkati çekmektedir. Bireylerin bir konudaki görüşlerinin derinlemesine anlaşılabilmesi için kendi düşüncelerini açıkça ifade edebildikleri veri toplama araçlarının kullanılmasının daha uygun olacağının gözden kaçırılmaması gerektiği düşünülmektedir. Yukarıda söz edilen araştırma bulguları incelendiğinde öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkında zayıf/yetersiz görüşlere sahip olduğu görülmektedir. Çalışmalar bilimin doğası öğretiminde dolaylı yaklaşımın etkili olmadığını, bilimin doğasının mutlaka diğer fen kavram, ilke, teori ve kanunları gibi ele alınarak üzerinde açıkça durulması gerektiğini başka bir ifade ile doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğası öğretiminde sınırlı etkileri olduğu, bazı unsurların öğretilmesine önemli katkılar sağlayamadığı, etkilerinin uzun süreli olmadığı dikkati çekmektedir. Bu nedenle doğrudan yansıtıcı yaklaşımın etkililiğini arttıracak yollar aranmaktadır. Kavramsal değişim yaklaşımının çeşitli uygulamaları bilimin doğası öğretiminde kullanılmıştır. Ancak doğrudan bilimin doğası unsurlarına odaklanan KDMne literatürde çok fazla rastlanmamaktadır. Bilimin doğası alanındaki çalışmaların daha çok ortaokul ve üst öğrenim kademelerinde veya öğretmenler ile gerçekleştirildiği, ilköğretim öğrencileri ile yapılan çalışmaların sınırlı olduğu dikkati çeken bir başka noktadır. Ayrıca çeşitli öğretim uygulamalarının etkililiğinin uzun süreli olup olmadığını sınavan çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bütün bunlara ek olarak bilimin doğasını öğrenen bireylerin diğer fen konularını öğrenmede daha başarılı olacağının ifade edilmesine rağmen bu görüşü destekler deneysel sonuçlar oldukça sınırlıdır. Bütün bunlara bağlı olarak çalışmanın

ilköğretim öğrencileriyle gerçekleştirilmesinin, uygulamaların kalıcılığının takip edilmesinin, kavramsal değişim ve akademik başarı üzerindeki etkilerinin irdelenmesinin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.7.3.2. Işık Konusunda Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde Işık ünitesini konu alan çalışmalar incelenmiştir. Özellikle Işık konusundaki kavram yanlışları ve konunun öğretimine yönelik farklı materyallerin uygulandığı çalışmalara odaklanılmıştır. Böylelikle öğrencilerin bu konuda sahip oldukları kavram yanlışları, konunun öğretiminde kullanılan yöntem, yaklaşım ve stratejiler ve ne tür veri toplama araçlarının kullanıldığı hakkında çıkarımlarda bulunulmuştur.

Cavell ve Jones (1985) geleneksel öğretim modüllerini öğrencilerin görme olayı ile ilgili ön bilgilerini ve bilişsel gelişimlerini dikkate alarak yeniden yapılandırmışlardır. Çalışmaya 14–15 yaşlarında 27 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin görme ve görme olayında ışığın rolü ile ilgili anlamalarını ortaya çıkaracak bir anket ile veriler toplanmıştır. Ankette öğrencilere bir ağacı nasıl gördüğümüzü anlatan çizimler verilmiş, bu çizimler arasında seçim yapmaları ve çizimi anlatmaları istenmiştir. Öğrencilerden diğer çizimlerin neden yanlış olduğunu da açıklamışlardır. Öğrencilerin ankete verdikleri cevapları değerlendirmek için görme olayının göz, ışık ve nesne olmak üzere üç temel unsuruna ilişkin üç durum olmak üzere toplam dokuz durum bulunan “Görme İçin Gelişim Haritası” (Development Map for Seeing) adlı bir harita geliştirilmiştir. Ankete verilen cevapların doğru yorumlanıp yorumlanmadığını anlamak için üç öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Anket öğretimden önce, sonra ve altı ay sonra uygulanmıştır. Modül öğrencilerin görme ve ışığın görmedeki rolü konusundaki düşüncelerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin %74’ü bilimsel olarak kabul edilen çizimi seçmiştir. Öğretimden sonra ise bu oran %100’dür. Ancak sadece doğru çizimin seçilmiş olması kavramın gerçekten anlaşıldığını anlamına gelmez. Öğretim sırasında oluşturulan kavram haritaları öğretimden sonra kavramlar arası bağların daha çok kurulduğunu göstermektedir. Modülün uygulanmasından sonra elde edilen kazanımların altı ay sonrada devam ettiği tespit edilmiştir.

Anderson ve Smith (1986) beşinci sınıf öğrencileri ile iki yıldan uzun süren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın ilk yılında öğrenciler kullanılmakta olan ders kitabı ile öğrenim görmüşlerdir. Bu kitaba bağlı olarak sürdürülen öğretimin ışık

konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi ön-test ve son-test olarak uygulanan test ve mülakatlar ile tespit edilmiştir. Veri toplama aracı olarak kullanılan test açık uçlu, doğru/yanlış ve çoktan seçmeli 47 sorudan oluşmaktadır. İkinci yıl ise bu kitap araştırmacılar tarafından hazırlanan materyaller ile desteklenmiştir. Yine öğretim öncesi ve sonrasında öğrencilerin kavram yanlışları tespit edilmiştir. Yalnız ilk yıl uygulanan test 37 maddeye düşürülerek kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları ışık ve görme hakkındaki kavram yanlışları, renklerin görünüşü hakkında inançlar ve iki farklı öğretimin etkileri olmak üzere üç aşamada verilmiştir. Işığın doğasında öğrencilerin %80'ini, ışık ve maddelerin etkileşiminde %89'u, gözlerin işlevinde %80'i zayıf kavramlara sahiptir. Öğrencilerde şu yanlışlar tespit edilmiştir; aynalar ışığı yansıtır diğer cisimler yansıtmaz. Görme için ışık kaynağından cisme ışık gelmesi yeterlidir. Işık kaynağından ve kişinin gözünden çıkan ışınlar cisimde birleşince görme gerçekleşir. Kaynaktan çıkan ışık cisme ve kişinin gözüne gelir ancak cisimden kişinin gözüne yansıma olmaz yani genel aydınlanma ile görebiliriz. Beyaz ışığın bir özelliği değil cisimlerin renksiz veya temiz olmasıdır. Bir kitabın yeşil görünmesini kitabın yeşil renkteki ışığı yansıtması şeklinde tanımlayanların oranı oldukça düşüktür. Öğretim uygulamalarından hangisinin daha etkili olduğunun tespitinde ise, birinci yıl sadece kullanılmakta olan kitapla öğrenim görenler ve ikinci yıl bu kitabın desteklenmesi ile öğrenim görenler arasında karşılaştırma yapılmıştır. İkinci yıl uygulanan öğretimin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar insanların nasıl gördüğü konusunun renk konusuna göre daha kolay öğretilbildiğini belirtmişlerdir.

Fetherstonhaugh (1990) öğrencilerin birçok fen konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları, okul fenninin bu yanlışlar üzerinde çok fazla etkili olmaması gerekçesiyle Posner vd. (1982) ve Hewson and Hewson (1983)'ün önerdiği öğretim şemalarına uygun olarak dört öğretim modülü geliştirmiştir. Hazırlanan modüller “Işık nasıl yolculuk eder?”, “Nasıl görürüz?”, “Işık nasıl yansır?” ve “Mercekler nasıl çalışır?” konularını kapsamaktadır. Modüller 11 kız, 9 erkek olmak üzere toplam 20 kişiden oluşan 8. sınıfta uygulanmıştır. Çalışmanın verileri 12 sorusu çoktan seçmeli, 4 maddesi ise açık uçlu olmak üzere toplam 16 maddeden oluşan test ile toplanmıştır. Test modüllerin uygulanmasından önce ve sonra uygulanmıştır. Ayrıca öğretim öncesinde ve sonrasında rastgele seçilen yedi öğrenci ile mülakat yapılmıştır. İlk ve son mülakatlar aynı yedi öğrenci ile yapılmıştır. Öğretim öncesinde öğrencilerde şu yanlışlar tespit edilmiştir; Işık gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılır. Işık gündüz yayılmaz. Işık

gece yayılmaz. Görmek için bakmak yeterlidir, ışığın gözümüze yansımaya gerek yoktur. İnsanlar karanlıkta görebilirler. Kediler karanlıkta görebilirler. Görüntü iki noktada oluşabilir. Işık aynanın üzerinde kalır. Görüntülere biçim vermek için mercekler gerekli değildir. Bir görüntüye biçim vermek için bütün bir mercek gereklidir. Modüller uygulandıktan sonra insanlar karanlıkta görebilir yanılgısına sahip öğrencinin kalmadığı belirlenmiştir. Diğer yanılgılarda azalma gerçekleşmiştir. Görüntüler iki yerde (noktada) olabilir yanılgısına sahip öğrencilerde ise artış olmuştur. Yedi öğrenci ile yapılan son mülakatların hiçbirinde görüntünün iki yerde olabileceği kavram yanılgısının olmadığı belirlenmiştir. Bu yanılgının testin yapaylığından kaynaklandığı yorumu yapılmıştır. Modüllerin kavram yanılgılarını gidermede başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrencilerin ışık konusunu uygulanan yolla öğrenmekten hoşlandıkları ifade edilmiştir.

Boyes ve Stanisstreet (1991) yaşları 11 ile 16 arasında değişen öğrencilerin Işık ve Ses hakkındaki fikirlerinin gelişimi incelenmişlerdir. Öğrenciler öncelikle açık uçlu ankete cevap vermişlerdir. Ankette görme ve sesleri işitme hakkında resimler verilmiş, görme ve işitme olaylarının nasıl gerçekleştiğinin çizim ve sözel olarak açıklanması istenmiştir. Anket 23'ü ikinci kademe olmak üzere toplam 71 öğretim grubuna uygulanmıştır. Çalışmaya toplam 1901 öğrenci katılmıştır. Anketinden yanıtlanmasından sonra 71 öğretim grubunun 36'sından iki kız iki erkek olmak üzere dört öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Testten elde edilen sonuçlar kodlanmış ve SPSSX (Statistical Packages for the Social Sciences) programına transfer edilerek, bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Öğrenciler hem ışık hem de ses konusunda bilimsel olmayan kavramlara sahiplerdir. Genç öğrencilerin üçte ikisi ışık kaynağı olmayan ve ışık kaynağı olan cisimlerin görülmesinde kavram yanılgılarına sahiptir. Genç öğrencilerin dörtte biri, yaşlı öğrencilerin beşte biri ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesi için ışık kaynağında cisme ve gözlemciye ışığın gelmesi gerektiği fakat cisim ile gözlemci arasında ışık etkileşimine gerek olmadığı cevabını vermiştir. Işık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesinde diğer bir yaygın kavram yanılgısı ise gözlemciden cisme ışığın gitmesi gerektiğidir. Işık kaynağı olan cisimlerin görülmesinde de yaşlı öğrencilerin beşte biri ışığın gözden cisme yolculuk yaptığını düşünmektedir. Öğrenciler ses konusunda daha az kavram yanılgısına sahiplerdir. Genç öğrencilerin %40'ı yaşlı öğrencilerin %80'i ses ile ilgili bilimsel kavramlara sahiptir.

Bitner (1992) ilkökul ve ortaokul fen öğretmen adaylarının formal düşünme becerileri, Amerika Kolej Test puanları, bilimsel süreç becerileri ve fen konularındaki

kavram yanlışlarını karşılaştırmıştır. Çalışmaya rastgele seçilen 68 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmanın verileri “Amerika Kolej Test” (üniversiteye giriş testi), “Bütünleştirilmiş Süreç Test” ve “Fizik Testi” ile toplanmıştır. Ortaokul öğretmen adaylarının %85’i, ilkokul öğretmen adaylarının %68’inin formal düşünür olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayları en çok korelasyonel düşünme becerisinde, ikincil olarak hipotezi ifade etme ve sınav bilimsel süreç becerisinde zorlanmaktadır. Buna ek olarak ilkokul öğretmen adayları değişkenleri belirlemede de zorlanmışlardır. Elektromanyetizma, elektrik, kuvvet, kütle ve ışık konularında ortaokul öğretmen adayları daha az yanılgıya sahiptir. Hem ortaokul hem de ilkokul öğretmen adaylarının %50 si veya daha azı ışık ile ilgili sorulara doğru yanıt verebilmiştir. Başka bir ifadeyle öğretmen adayları ışık kavramlarında zorlanmaktadır.

Greenwood ve Scribner-MacLean (1997) ilkokul öğretmenlerinin katıldıkları bir yaz kursunda fen konu bilgilerinin nasıl değiştiği incelemiştir. Kurs K-4 seviyesinde fizik, yaşam ve yer bilimleri, 5-8 basamağında ışık ünitesi standartlarına uyumlu olarak tasarlanmıştır. Kurs 9 okuldan 1-7. sınıf derecesinde 25 öğretmen katılmıştır. Kurs sekiz gün sürmüştür. Kursta iki tane üniversitede görev yapan fen eğitimcisi, bir doktora öğrencisi, bir tane yüksekokul fizik öğretmeni ve bir fen müfredat koordinatörü görev almıştır. Kursun ilk gününde öğretmenler altı tanesi ışık ile ilgili olan 10 soruya cevap vermişlerdir. Öğretmenler bu sorulara kursun bitiminden on iki gün sonra ve iki ay sonra olmak üzere iki defa daha yanıt vermişlerdir. Öğretmenlerin yanıtları zayıf açıklama veya anlama yok ve yeterli düzeyde anlama var olmak üzere iki kategoride değerlendirilmiştir. Kurs başlamadan önce öğretmenler günlük yaşam deneyimleriyle elde edilen cümleler ile sorulara yanıt verirken kurstan sonra ise bilimsel ifadeler ile açıklamalar yapmışlardır. Kurs öncesinde öğretmenlerin ilkokul öğrencilerinde tespit edilen yanlışlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmenler ışığın yolculuğu ve görme olayı ile ilgili kavram yanlışlarına sahiplerdir. Örneğin kurstan önce öğretmenlerin %52’si karanlık bir ortamda görme olayının gerçekleşebileceğini düşünmektedir. Öğretmenler en çok renklerin algılanan bir özellik olduğunu anlamakta güçlük çekmektedirler. Mesela gökkuşağında sadece yedi renk olduğunu düşünmekte, insan gözünün fark edemediği ışıklar ile bağ kurmada zorlanmaktadır. Elbette kurs bütün amaçların başarılmasını sağlamamıştır. Örneğin mumdan çıkan ışık duvara ulaşacak kadar enerjiye sahip değildir kavram yanlışısı üzerinde kurs etkili olamamıştır.

Büyükkasap ve Samancı (1998) ilköğretim 4, 5, 6 ve 7. sınıf öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramlarını araştırmışlardır. Çalışmaya 4. sınıftan 135, 5. sınıftan 55, 6. sınıftan 96 ve 7. sınıftan 102 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın verileri, anket yardımıyla toplanmıştır ayrıca öğrenciler ile yüz yüze mülakatlar yapılmıştır. Verilerin analizi öğrencilerin şu kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermiştir; ışık gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılır, ışık gündüz yayılmaz, ışık gece yayılmaz, ışık kaynağına göre farklı hızlara sahip olur, görme olayı için sadece bakmak yeterlidir (göze ışınların gelmesi gerekmez). Bunlara ek olarak öğrencilerin bu yanlış kavramları değiştirmede tutucu davrandıkları ifade edilmiştir.

Toh ve Boo (1999) 9 ve 10. sınıfta öğrenim gören 238 öğrencinin ışık ve görme olayını nasıl açıkladıklarını araştırmışlardır. Çalışmaya katılan öğrenciler Singapur'daki altı farklı okulda öğrenim görmektedirler. Singapur'da sarmal program yaklaşımından dolayı öğrenciler 7-9. sınıflarda ışık konusunu öğrenmektedirler. Öğrenciler ışığın yayılması, yansımanın özellikleri ve karanlık kavramlarını öğrenmektedirler. Çalışmada veri toplama aracı olarak Jones vd. (1995) tarafından geliştirilen anket adapte edilerek kullanılmıştır. Ayrıca 14 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Öğrencilerin yanıtları anlama, az anlama, kısmen anlama ve tam anlama dört kategoride sınıflandırılmıştır. Veriler analiz edildiğinde 9. sınıf öğrencilerinin sadece %3,8'i, 10. sınıf öğrencilerinin ise %10,2'sinin ışık ve görme kavramlarını tam anladığı tespit edilmiştir. Öğrenciler bu konuları formal olarak öğrenmelerine rağmen öğretim çok fazla etkili olmamıştır. Öğrencilerin görme olayı için kaynaktan cisim, cisimden yansıyan ışığın göze gelmesi şeklinde açıklama yapmada zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrenim seviyesi ve cinsiyetin ışık ve görme kavramlarının öğrenilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet açısından bakıldığında 9. sınıfta erkekler kızlardan daha iyi sonuçlar elde ederken 10. sınıfta bu durum tam tersine dönmüştür. Öğrenim basamağı açısından karşılaştırma yapıldığında 10. sınıfların ışık ve görme kavramlarını tam anlamada daha iyi sonuçlar elde ettiği tespit edilmiştir. 10. sınıf öğrencilerinin daha başarılı olması iki sebebe dayandırılmıştır. Bunlardan ilki 10. sınıf sonunda öğrencilerin katıldıkları sınavlardır. Öğrenciler bu sınavlara yoğun bir biçimde hazırlanmaktadır. Genellikle özel öğretmenler eşliğinde sınavlara çalışmaktadırlar. İkincisi ise olgunlaşmadır. Bu iki durumun ışık konusunu kavramaya pozitif yönde katkı sağladığı ifade edilmiştir.

Galili ve Hazan (2000) yüksek okul ve öğretmen yetiştiren kolej öğrencilerinin, öğretim öncesi ve sonrasında optik konularındaki bilgilerini ortaya çıkarmayı

amaçlamışlardır. Çalışmaya 166 yüksek okul öğrencisi katılmıştır. Yüksek okul öğrencileri iki gruba ayrılmıştır. 3 farklı okuldan 64, 9. sınıf öğrencisi birinci grubu oluşturmaktadır. Bu öğrenciler 10.sınıfta alınan optik dersini almadıkları için öğretim öncesi grup olarak adlandırılmıştır. Aynı üç okuldan 102, 10. sınıf öğrencisi ise öğretim sonrası grup olarak seçilmiştir. Ayrıca öğretmen yetiştiren kolejden bir sınıfta çalışmaya katılmıştır. Her iki gruptan alınan sonuçlar karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Çalışmanın verileri 13 sorudan oluşan bir anket ile toplanmıştır. Anket ışık, görme, ışığın davranışları ve bunlarla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram ve konu bilgisini ele alacak şekilde hazırlanmıştır. Geçerliği arttırmak amacıyla sorular nitel ve açık bir formatta hazırlanmıştır. Ele alınan konuların her biri ile ilgili birden fazla soru yönetilmiştir. Böylelikle verilerin geçerlik ve güvenilirliğinin yüksek olması sağlanmıştır. Öğretim öncesinde katılımcıların %64'ü “görme, gözler tarafından gerçekleştirilen doğal bir aktivitedir (dış nesneler ile fiziksel bir etkileşim gerektirmez)” yanılığine sahipken öğretim sonrası %46'ya düşmüştür. Işığın doğasında öğrenciler genellikle ışığı statik olarak tanımlamaktadırlar. Yansıma ve kırılma sırasında ışık ışınlarının eğildiği veya sıçradığına inanılmaktadır. Öğretim ışığın doğasında %16'lık kazanç sağlamıştır. Öğretim görüntü oluşumu hakkında kavram yanlışlarında ters etki yapmıştır. Başka bir ifadeyle öğrencilerin zihinlerinde yanlışların oluşmasına yol açmıştır. Öğrenciler gölge oluşumunda çevresel faktörleri göz ardı etmektedirler. Gölge hakkındaki görüşler öğretimden sonra da değişmemiştir.

Yıldız (2000) yüksek lisans tezinde 6. sınıf öğrencilerinin Işık ünitesindeki kavram yanlışlarını tespit etmiş ve bu yanlışların oluşmaması için öğretmenlerin kullanabileceği örnek etkinlikler geliştirmiştir. Çalışma Trabzon merkez, ilçeler ve merkez köyler olmak üzere 9 ilköğretim okulunda 240 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri konuya ilişkin hazırlanan test ve mülakatlar ile toplanmıştır. Öğrencilerin %70'inin ışık konusundaki kavramları anlamakta ve ifade etmekte güçlük çektiği, %30'unun kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin en fazla ışığın tanımı, yayılması ve yansıması konularında kavram yanlışına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler ışığı bir madde, bir etki olarak tanımlamakta, ışık kaynağı ile ışığı aynı olarak düşünmekte ve ışığın hareket etmediğine inanmaktadırlar. Öğrenciler görme olayında ışığın yansımasını düşünmeyip sadece bakmanın yeterli olduğu şeklinde fikirlere sahiptirler. Araştırmacı bu kavram yanlışlarının, öğrencilerin geçmiş bilgi birikimlerinin yetersizliğinden, kitaplarda kavramların karmaşık sunulmasından, öğrencilerin çevrelerinden kazandıkları yanlış

inançlardan vazgeçmede zorlanmalarından ve konunun deneylerle desteklenmeyişinden meydana geldiğini ifade etmiştir.

Büyükkasap vd. (2001) lise öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramlarını incelemişlerdir. Çalışmaya lise 9, fen 10, sosyal 10, fen 11 ve sosyal 11. sınıflar ile sağlık meslek lisesi 1 ve 4. sınıf öğrencileri katılmıştır. Çalışmanın verileri çoktan seçmeli test ve mülakatlar ile elde edilmiştir. Lise öğrencilerinin ışık gece yayılmaz, ışık gündüz yayılmaz, ışık gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılır, görmek için bakmak yeterlidir, ışık kaynağına göre farklı hızlarda yayılır kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Gregg vd. (2001) üç farklı uygulamanın görme olayı hakkındaki kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkilerini irdelemişlerdir. Bu amaçla sınıfların hepsi aynı deneyler yapmak üzere diğer etkinliklerin farklı olduğu öğretim tasarlanmıştır. Grupların biri sadece deneyleri yapmış başka hiçbir ek uygulama yapılmamıştır. Diğer iki gruba okuma parçaları verilmiştir. Bu iki grupta aynı konuda (gözün kısımları, ışığın doğası ve retinada görüntünün oluşmasıyla ilgili) ancak farklı okuma parçaları verilmiştir. Son grupta ise görme olayında gözden ışınların çıktığı düşüncesini çürütecek şekilde tasarımlar yapılmış, verilmek istenen mesaj çocukların ve yetişkinlerin anlayacağı şekilde basitleştirilmiştir. Böyle bir uygulama ile geleneksel öğretim, okuma parçaları ile desteklenmiş öğretim ve çürütmeye dayalı öğretimin etkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çalışma 5 ve 8. sınıflar ve kolej düzeyinde uygulanmıştır. Veriler yayılma-içeriye alma testi ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; geleneksel öğretim görme olayı hakkındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olmamıştır. Geleneksel yöntemle okuma parçalarının eklenmesi sınırlı etkiler yaratmaktadır. Başka bir ifadeyle kavram yanlışlarının giderilmesinde okuma metinleri yeterli değildir. Görme olayı hakkında açıklamalar yapılmış olmasına rağmen öğrencilerin kavram yanlışlarını sürdürmeleri, bu yanlışın bilgi eksikliğinden değil kişinin kendi algılarından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Çürütmeye dayalı öğretim diğerlerinden daha başarılı olmuştur. Uygulamaların kolej öğrencilerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Kalıcılık testinden elde edilen veriler ilginç sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Kolej öğrencileri çürütmeye dayalı öğretimden 3–5 ay sonra eski kavramlarına geri dönmüşlerdir. 5. sınıf öğrencileri kalıcılık testinde daha başarılı olmuştur. Bu durum küçük yaşlardaki öğrencilerin kavram yanlışlarının kalıcı bir şekilde giderilmesinin daha kolay olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Ayvacı ve Devecioğlu (2002) 6. sınıf öğrencilerinin ışık konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemi ve kavram haritası tekniği ile desteklenmiş öğretimin etkilerini karşılaştırmışlardır. Deney ve kontrol gruplarında 26'şar olmak üzere toplam 52 öğrenci çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Çalışmanın verileri 14 sorudan oluşan ve araştırmacılar tarafından geliştirilen test ile toplanmıştır. Testteki 9 madde çoktan seçmeli, 5 madde ise doğru/yanlış türündedir. Öğretim bir ders saati sürmüştür. Ön testten elde edilen sonuçlara göre; öğrenciler en çok ışığın aydınlatma etkisi, ışığın hızı, aydınlatılmış cisimler, ışığın yayılmasıyla ilgili sorularda hataya düşmüşlerdir. Her iki gruptaki uygulamalar başarıda artış sağlamıştır. Ancak kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin yanında, kavram haritalarının daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Cansüngü-Koray ve Bal (2002) ilköğretim 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin ışık ve ışığın hızı ile ilgili yanlış kavramlarını ve bu kavramlarını oluşturma şekillerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışma 1999–2000 öğretim yılının ilk döneminde Ankara ilinde 8 farklı ilköğretim okulunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verileri ışık ile ilgili temel kavramları kapsayan açık uçlu sorular ile toplanmış, öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; öğrenciler ışığı çok farklı şekillerde tanımlamışlardır. Örneğin öğrenciler ışığı, elektrik ile çalışan bir yapı, görme ve aydınlatma etkisine ortaya koyarak tanımlamışlardır. Buna ek olarak öğrencilerin ışığın hareket ettiği kavramına sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bir bölümünün ışığın farklı ortamlarda hızının değiştiği fikrine sahip olduğu belirlenmiştir. Işık hızının sayısal değeri de öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin çok farklı sayısal değerler söylemeleri, öğrencilerin bu bilgiyi ezberleyip daha sonra unuttukları şeklinde yorumlanmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının çoğunlukla kendi günlük deneyimlerinden etkilenecek şekilde oluşturdukları da çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır.

Kara vd. (2003) lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik hakkındaki zor ve yanlış anladıkları kavramları tespit etmişlerdir. Ayrıca rehber öğretmen, fizik öğretmeni ve öğrenciler ile yapılan mülakatlar ile bu yanlışların sebepleri irdelenmiştir. Çalışmaya Uşak ilinde üç farklı süper lisede öğrenim gören 143 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın verileri çoktan seçmeli başarı testi ile toplanmıştır. Testin geliştirilmesinde öncelikle müfredat ile uyumlu 250 soru hazırlanmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda 32 soruya indirgenmiştir. Bu yolla elde edilen test 100 öğrenciye uygulanmış ve Kuder-Richardson formüllerinden KR–20 formülü ile güvenirliği 0.83 olarak ölçülmüştür. Verilerin

analizinde testte yer alan ışık ve optik konularına göre başarı yüzdeleri hesaplanmıştır. Öğrenciler ışığın doğrusal yayılması sorularını başarılı bir şekilde cevaplamışlardır. Çukur ve tümsek aynaların birleşmesinden oluşan sistem sorularında başarılı olunamamıştır. Bu başarısızlığın sebebi ayna türlerine ait bilgilerin birleştirilememesi olarak açıklanmıştır. Düzlem aynalarda ise geometrik bilgilerinin aynalar konusuna aktarılamamasından kaynaklanan yanlış ve eksik anlamlar tespit edilmiştir. Öğrenciler ışığın kırılmasını çizebilmekte fakat ortamların kırılma indislerini, ışığın hızını karşılaştırmada zorlanmaktadırlar. Öğrenciler merceklerde kırılan ışığın yolunu çizebilmektedirler fakat matematiksel bağıntıları hatırlamadıklarından merceklerin odak uzaklıklarını hesaplayamamaktadırlar. Işığın prizmada izlediği yol çizildiğinde öğrenciler yorumlar yapabilmekte ancak değişik şekillerde yerleştirilen prizmalarda öğrenciler ışığın izlediği yolu çizememektedirler. Bu durum yüzeysel öğrenmenin gerçekleştiğinin göstergesi olarak yorumlanmıştır. Öğrenciler aydınlatma şiddetinin hesaplanmasıyla ilgili soruları ÖSS sınavında soru sorulmadığı için yapamamaktadırlar. ÖSS sınavında soru çıkan beyaz ışığın renklere ayrılması konusunda ise öğrenciler başarılı olmuşlardır.

Hubber (2005) seçmeli fen dersinde, geometrik optik konusunda, 9 ve 10. sınıf öğrencisi 20 kişilik grup için yapılandırmacı öğrenme ve öğretme ortamı hazırlamıştır. Yapılandırmacı yaklaşım kavramsal değişim modeli içinde kullanılmıştır. Bu uygulama öğrencilerin amacı algılamasına fırsat verme ve motivasyon sağlama ile başlar. Daha sonra farklı fikirler ortaya çıkarılır böylelikle öğrenciler kendi fikirlerinin farkında olurlar. Bazı öğrenciler yeni fikirleri tekrar yapılandırma ihtiyacı hissederler. Yeniden yapılandırma öğrencilerin bilişsel zıtlığa düştüğü durumlarda gerçekleşir. Yeniden yapılandırmadan sonra değerlendirmeye geçilir. Yeni bilgilerin farklı durumlara uygulanmasına fırsat verilir. Öğrenciler fikirlerinin nasıl değiştiği ile ilgili yansıtmalarda bulunurlar. Makalede öğrencilerin bu öğrenme ortamına yönelik algıları incelenmiştir. Veriler Taylor (1990) tarafından geliştirilen öğrenme çevresi ile ilgili algılar ve tercihleri inceleyen beşli likert türündeki anket, açık uçlu soru ve mülakatlar ile toplanmıştır. Öğrencilerin tartışmaların yapıldığı ve uygulamalı etkinliklerin olduğu öğrenme ortamlarını tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Koponen ve Heikkinen (2005) ışığın kuantum doğasını ve foton kavramını öğrenmenin hem lise hem de üniversite öğrencileri için oldukça zor olduğu gerekçesiyle bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının bu kavramları daha iyi anlamları için öğretim tasarlanmıştır. Öğretimde analogi tekniğinden yararlanılmış,

öğretimde sırasında kavramların sürekli geliştiği vurgulanmıştır. Öğretmen adayları foton kavramını nasıl tanımlıyor ve bu tanım öğretimden sonra nasıl değişti sorularına yanıt aranmıştır. Çalışmanın verileri öğrencilerin içerisinde dört görev bulunan nitel problemlere verdikleri yanıtlar ile toplanmıştır. Veriler analiz edildiğinde öğretimin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yeşilyurt ve meslektaşları (2005) ilköğretim 4 ve 5. öğrencilerinin ışık konusuna ilişkin görüşlerini ve öğrenme güçlüklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın çalışma evrenini 2001–2002 yılları arasında Van’da merkez ilköğretim okullarında öğrenim gören 185 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma ışık kavramına ilişkin konuların işlendiği sınıflardaki öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile yürütülmüştür. Işığın varlığı ve tanımı üzerine yapılan görüşmeler, öğrencilerin konuya yönelik iki ayrı yanlış kavramalarını ortaya çıkarmıştır: Öğrenciler ışığı bir madde olarak tanımlamışlardır ve ışık denince çoğu öğrencilerin aklına “elektrik lambası” gelmektedir. Öğrencilerin ışığın işlevine ilişkin yorumlarında ise, genel anlamda ışığın en önemli işlevi olan görme olayını çoğunlukla ifade ettikleri, ışığın bir başka işlevi olan ısıtma rolünü ise ancak birkaç öğrencinin ifade ettiği görülmüştür. Işığın cisme çarparak mı gözümüze geldiği, gözümüzden mi cisme yansıdığı bilgisi, öğrenciler tarafından bilinçaltında en fazla tartışılan konu olarak belirlenmiştir. Renkler konusunda da öğrenciler kavram yanlışlarına sahiptir. Öğrencileri büyük bir bölümü renklerin farklılığının cisimlerin yapım maddelerinden kaynaklandığını düşünmektedir. Işığın kırılması olayında da anlaşılmayan pek çok nokta olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Işık kavramına ilişkin hatalı ve doğru algılamaların benzer yaş gruplarında ve benzer biçimde olduğu, Işık konusuna ilişkin ders alan öğrencilerin de kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Abdi (2006) makalesinde ışık hakkındaki bazı kavram yanlışlarından örnekler sunmuş, kavram yanlışlarının fiziksel ve zihinsel etkinlikler ile giderilebileceğini belirterek öğretmenlere sınıf uygulamalarında altı öneride bulunmuştur. Özetle; öğretmenlerin öğrencilerinin ön bilgileri ve yeni öğrenilecek konu arasında bağlantılar kurması vurgulanmıştır. Öğrenciye aktif öğrenen olma fırsatı verilir, düşüncesinin yanlış olduğuna ikna edilirse, yeni bilgiyi kavramsal olarak açıklama fırsatı verilirse, öğrenmenin anlamlı hale geleceğine dikkat çekilmiştir. Araştırmacı ışık hakkında şu kavram yanlışlarına değinmiştir; ışık gece daha hızlı yayılır, bir aylık zaman diliminde Ay’ın büyüklüğü artar veya azalır, Ay sadece gece görülebilir.

Gök-Altun (2006) ilköğretim 5. sınıf Işık ve Ses ünitesinin öğretiminde çoklu zeka kuramını kullanmıştır. Bir ilköğretim okulunun iki farklı şubesinden biri deney diğeri kontrol grubu olarak seçilmiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu modelin kullanıldığı çalışmaya toplam 60 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın başında ve sonunda her iki gruptaki öğrencilere erişim testi, tutum ve algılama anketi uygulanmıştır. Erişim testi sekiz hafta sonra her iki gruptaki öğrencilere kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır. Çoklu zeka alanları gözlem formu ise sadece deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Ayrıca bu gruptaki öğrenciler ve öğretmen ile mülakatlar yapılmıştır. Nicel verilerin analizinde t-test kullanılmıştır. Nitel veriler ise içerik ve betimsel analize tabi tutulmuştur. Çoklu zeka kuramının öğrenci başarısı, hatırlama ve tutum üzerinde geleneksel uygulamalardan daha etkili olmuştur. Öğrencilerin çoklu zeka kuramı ile işlenen derslerden memnun oldukları da çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındadır.

Barrow (2007) 3. sınıf öğrencilerine gölge oluşumunu kavratmak amacıyla etkinlikler tasarlamıştır. İlk gün öğretmen konuya dikkat çekme amaçlı sorular ile başlamıştır. Öğrenciler gün boyunca okul bahçesindeki bayrak direğinin gölgesini takip etmişlerdir. İkinci gün öğrenciler kendi gölgeleri ile çalışmışlardır. Öğrenciler günün başında, öğle arası, okuldan ayrılmadan önce dışarıya çıkarak kendi gölgelerini gözlemlemişlerdir. Fakat bu gün öğretim çok etkili olmamıştır. Çünkü öğrenciler, çalışmaları oyun olarak algılamışlar, gölgeye etki eden faktörlere (ışık kaynağı, gölgenin düştüğü yüzey, ışığı engelleyen nesne gibi) odaklanamamışlardır. Bunun üzerine yazar, öğretime karanlık bir oda da devam etmeye karar vermiştir. Öğrenciler karanlık oda da el feneri kullanarak bir cismin gölgesini elde etmişlerdir. El fenerinin pozisyonu ve cisim ile gölgesinin boylarının aynı, gölgenin büyük ve küçük olduğu durumları tespit etmeye çalışmışlardır. Öğrencilere, evde gözlemledikleri gölgeleri çizme ödevi verilmiştir. Sonraki gün öğrenciler gözlemlerini sınıfla paylaşmışlardır. Gerçekleştirilen öğretimin etkililiğini değerlendirmek için, öğrencilere gölge kartları üzerinde çeşitli senaryolar verilmiş, öğrencilerden verilen gölgenin oluşması için ışığın nerede olması gerektiğini tahmin etmeleri istenmiştir. Bir de summative (özetleyici) değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmede de yine öğrencilerden; gölgenin ve ışık kaynağının resmine bağlı olarak tahminde bulunmaları istenmiştir. Uygulamaların öğrencilere, güneş ışığı ve gölge ile ilgili kendi kişisel fikirlerini oluşturma fırsatı verdiği ifade edilmiştir.

Chang vd. (2007) Tayvan'da ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin fizik konularında sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak test geliştirilmiş ve uygulanmışlardır.

Testte mekanik, elektrik ve manyetizma, ses ve dalgalar, ısı, optik konuları yer almaktadır. Testin hazırlık aşamasında kavramlar ile ilgili geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca öğrenciler ile mülakatlar yapılarak, açık uçlu sorular ile anahtar kavramlardaki kavramsal anlamalar hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu aşmalardan sonra iki aşamalı kavram testi geliştirilmiştir. Testin geliştirilmesi aşamasında oluşturulan kavram haritalarını incelemek ve önerilerini almak üzere dört üniversite fizik profesöründen yardım alınmıştır. Testin ilkökul, ortaokul ve lise düzeylerinin her biri için üçer olmak üzere toplam dokuz versiyonu hazırlanmıştır. Her bir testte 15 madde bulunmaktadır. Bazı maddeler birden fazla öğrenim kademesinde ortaktır. Bu nedenle üç öğrenim kademesindeki bütün testlerdeki toplam soru sayısı 97'dir. Bu makalede 97 sorudan 5'ine verilen yanıtlara ait bulgular sunulmuştur. Geliştirilen test 13000 den fazla öğrenciye uygulanmıştır. Veriler analiz edildiğinde mercekler ve aynalarda görüntü oluşumu, moment ve dönme hareketi gibi bazı fizik konularındaki yanlışların yaşa bağlı olduğu tespit edilmiştir. Bazı konulardaki örneğin elektrik devreleri gibi konularda kavramların anlaşılmasının yaşa bağlı olarak artmadığı görülmüştür. Işık konusunda şu yanlışlar tespit edilmiştir; ilkökul öğrencilerinin sadece %37'si görme olayını doğru bir şekilde açıklayabilmiştir. Öğrenciler ışığın doğasını bir çeşit madde olarak algılama eğilimindedirler. Öğrenciler aynalardaki ve merceklerdeki görüntünün şeklini, büyüklüğünü ve yerini anlamada zorlanmaktadırlar. Bir kısmı kapatılmış bir merceğin kısmi bir görüntü oluşturduğu veya görüntü oluşturmadığını düşünmektedirler. Öğrenciler merceklerin oluşturduğu görüntü ile gölgeyi karıştırmaktadırlar.

Keinonen (2007) Fen ve Teknoloji öğretmen adaylarının fizik konularını nasıl açıkladıklarını irdeleyen özel durum çalışması yapmıştır. Çalışmada Fen ve Teknoloji Eğitimi kursuna katılan 17 öğretmen adayına kurs öncesi ve sonrasında anket uygulanmıştır. Anket mekanik, termodinamik, optik ve elektrik konularını kapsamaktadır. Ankette öğrenciler öncelikle verilen dört seçenekten hangisinin doğru olduğuna karar vermektedir. Daha sonra cevaplarının gerekçelerini açıklamaktadırlar. Anketteki sorular bir kitaptan alınmıştır. Verilerin analizi için öncelikle öğrencilerin cevapları nedensellik, kavram ve dil gibi çeşitli açılardan incelenmiştir. Örneğin öğrenciler cevaplarını gerekçeler ile savunmuşlar mı, gerekçelerini günlük dil ile mi yoksa bilimsel dil ile mi yazmışlar gibi noktalara dikkat edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adayları fizik konularında yeterli bilgiye sahiplerdir. Katılımcıların fizik konularındaki kavramları kurstan önce ve kurstan sonra değişmemiştir. Öğrenciler hem kurstan önce hem de kurstan

sonra bilimsel ve günlük yaşam bilgilerini bir arada kullanmaktadırlar. Bir olayı iyi açıklayabilen bir öğretmen adayı başka bir olayı açıklayamayabilmektedir. Öğretmen adayları fiziksel olayları açıklamada günlük bilgiler, bilimsel kavramlar ile birlikte günlük bilgiler, günlük kavramlar ile birlikte bilimsel bilgiler ve bilimsel bilgiler olmak üzere dört farklı bilgi türü kullanmaktadırlar. Öğretmen adayları mekanik ve elektrik ile ilgili olay ve olguları açıklamada bilimsel bilgileri kullanırken ışık ve ısı konularında günlük ifadeler kullanmaktadırlar.

Salgut (2007) yüksek lisans tez çalışmasında ilköğretim 5. sınıf Fen ve Teknoloji dersinde Işık ve Ses ünitesinde internetinde kullanıldığı bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkilerini incelemiştir. Ön test son test kontrol gruplu desenin kullanıldığı çalışmaya Adana ili Yumurtalık ilçesinde bulunan iki farklı ilköğretim okulundan 46 öğrenci katılmıştır. Okullardan birinde 2005 yılı öğretim programları kapsamında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından tavsiye edildiği gibi, diğerinde ise bilgisayar destekli öğretim ile Işık ve Ses ünitesi öğretilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyo ekonomik düzeyi arasında farklılık olup olmadığı Bacanlı (1990) tarafından geliştirilen “Sosyo Ekonomik Düzey Ölçeği” kullanılarak, öğrenci başarısının ise “Işık Ses Ünitesi Başarı Testi” ile tespit edilmiştir. Veriler SPSS programı kullanılarak, t-test ile analiz edilmiştir. İnternetinde kullanıldığı bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısı üzerinde sürdürülmekte olan öğretimden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Işık ve Ses ünitesini bilgisayar destekli öğrenen kız ve erkek öğrencilerin başarıları arasında farklılık bulunmamaktadır. Benzer durum 2005 yılı programı ile öğretim gören grupta da tespit edilmiştir.

Pompea vd. (2007) ışık konusundaki yaygın kavram yanlışlarını tanıtmışlar ve bu yanlışların giderilmesi için öğrenci merkezli bir öğretim içerisinde yapılabilecekleri örneklemiştirler. Çalışmada yer verilen kavram yanlışlarından bazıları şöyledir; ışık yalnızca ayna ve diğer parlak yüzeylerden yansır. Siyah ışığın olmaması durumudur. Işık aynaya çarptığında yansıma süresince ayna üzerinde kalır. Aynalardaki görüntü sadece aynanın yüzeyinde oluşur. Işık cisimleri parlatır ve insanlar cisimleri görür. Aynalar üzerine düşen ışığın tamamını yansıtır. Işık sınırsız bir hızla yayılır. Bir teleskop cisimleri istediğimiz kadar büyütebilir. Radyasyonların hepsi zararlıdır. Polarize filtreler koyu renkli plastik ve camlardır.

Tortop vd. (2007) Dalgalar ve Titreşim konusundaki kavram yanlışlarını v-diyagramları yardımıyla belirlemişler ve V diyagramlarının öğrencilerin, Dalgalar Laboratuvarı dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik bölümü 2. sınıfında öğrenim gören 32 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri, öğrencilerin hazırladıkları V-diyagramları ve beşli likert türündeki Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği ile elde edilmiştir. Tutum ölçeği ön ve son test olarak uygulanmıştır. Hazırlanan V diyagramlarının elemanları incelenmiş, öğretmen adaylarının Dalgalar ve Titreşim konusundaki kavram yanlışları şekil halinde sunulmuştur. Tutum ölçeği verileri ise t-test ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerde tespit edilen yanlışlardan bir tanesi şöyledir; “Işığın su gibi saydam ortamlara girip yön değiştirmesine yansıma denir.” Tutum ölçeğinin ilk uygulamasında öğrencilerin fizik laboratuvarına yönelik tutumları oldukça zayıftır. V diyagramları tutum üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır.

Kaçan (2008) yüksek lisans tezinde ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin ışık hakkında sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmiş, bu yanlışları gidermeye yönelik olarak yapılandırmacı öğrenme materyalleri hazırlamış ve etkililiğini değerlendirmiştir. Veriler yapılandırılmış grid yöntemiyle hazırlanmış başarı testi ile elde edilmiştir. Veriler analiz edildiğinde yapılandırmacı yaklaşımın ışık hakkındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel uygulamalardan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Yapılandırmacı yaklaşımın hangi özelliklerinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu belirleyebilmek amacıyla deney grubu öğrencileriyle mülakatlar yapılmıştır. Yapılandırmacı öğrenme ortamında öğrencilerin kendilerini aktif hissettikleri ve konuyu daha iyi anladıklarını düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Kara vd. (2008) fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık kavramları ile ilgili bilgi düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma Mehmet Akif Ersoy ve Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okuyan 99 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar daha önceki yıllarda genel fizik dersi alıp başarılı olmuşlardır. Veriler “Işık nedir?”, “Işık deyince ne anlıyorsunuz?” sorularına yazı ve çizimlerle cevap vermeleri istenmiştir. Öğrenci cevapları hiçbir teorik bilgi ve çizim yok, yanlış teorik bilgi ve çizim, kısmen teorik bilgi ve çizim, eksik teorik bilgi ve çizim, tamamen doğru teorik bilgi ve çizim olmak üzere beş kategoride analiz edilmiştir. Analizler yedi kişiden oluşan uzman ekip tarafından yapılmıştır. Öğrencilerin ışık konusuyla ilgili bilgi seviyelerinin oldukça düşük olduğu, ışık konusunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun yanlış ve eksik bilgilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şahin vd. (2008) yaptıkları çalışmada 4, 6 ve 8. sınıf öğrencilerinin ışık, görme ve ışık kaynakları hakkındaki kavram yanlışlarını ve bu konulardaki kavramlarının gelişimini

incelemişlerdir. Çalışmaya 4. sınıf düzeyinde 34 öğrenci, 6. sınıfta öğrenim gören 36 öğrenci ve 8. sınıftan 38 olmak üzere 109 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın verileri beş adet iki aşamalı test sorusu, bir açık uçlu soru, çizimler ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile toplanmıştır. Veriler nitel ve nicel yöntemlerle analiz edilmiştir. Işığın hangi konuda ne tür yanlışların olduğu ve bunların örnekleme ne sıklıkla bulunduğu tablolar halinde sunulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre 4. sınıf öğrencileri ışığı bir enerji olarak tanımlamamaktadır. 6 ve 8. sınıf öğrencilerinin çoğu ışığın enerji olduğunu anlamıştır. 4 ve 6. sınıflar ışığın hızı ve dalga boyundan söz etmezken 8. sınıf öğrencileri bu kavramları kullanmaktadırlar. 4, 6 ve 8. sınıfların hepsinde ışığı etkileri ile tanımlama eğilimindedirler. Her öğrenim kademesinde ışık kaynakları hakkında da kavram yanlışlarına oldukça geniş bir örnekleme rastlanmıştır. Öğrenciler ışık kaynağı ve ışığın yansıması gibi kavramları ayırt edememektedirler. Öğrenciler ışık hakkındaki kavramları günlük deneyimleri ile tanımlama eğilimindedirler. Öğrencilerin en çok yanlışla sahip oldukları konulardan biri de görme olayıdır. Öğrenciler tamamen karanlık bir oda da beyaz cisimlerin görülebileceğine inanmaktadırlar. Öğrencileri bakmayı görmek olarak algılamaktadırlar. Bütün bu sonuçlara bağlı olarak ışık kavramlarının 4. sınıftan 8. sınıfa doğru öğrencilerin zihinlerinde hiyerarşik bir şekilde yapılandırıldığı ve bu kavramların günlük hayat deneyimlerinden etkilendiği ifade edilmiştir.

Blizak vd. (2009) Cezayirli öğrencilerin Işık hakkındaki kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Çalışmaya 246 üniversite 1. sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerin hepsi ortaöğretimde Fizik dersi almışlardır. Çalışmada görme, ışığın yayılması ve görüntü üzerine odaklanılmıştır. Veriler on iki sorudan test ile elde edilmiştir. On iki sorudan on tanesi literatürden alınmış diğer ikisi ise araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Öğrencilerin %45'i görme olayını doğru bir şekilde açıklayabilmişlerdir. Öğrencilerin bazıları görme olayının ışığın gözlerden cisme geldiğini düşünmektedir. Bazıları ise cisim ve göz arasında herhangi bir ilişkiye ihtiyaç olmadığına inanmaktadır. Bazıları ise cisimlerin ışıkla aydınlanmış olmasının görme için yeterli olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin çoğu ışığın yayılması için hava ortamına ihtiyaç duyulduğunu boşlukta ışığın yayılmayacağını düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise havanın bulunmadığı durumda ışığın sadece tek bir yöne paralel olarak yayıldığını düşünmektedir. Gölge oluşumunda ise ışık kaynağının çok küçük olması durumunda gölge oluşacağına inanılmakta ışık kaynağı cisimden daha büyük olduğunda gölge oluşmayacağı düşünülmektedir. Bazı öğrencilere göre ise gölgenin oluşması için ışık kaynağı ve cismin boyutlarının aynı olması gerekir.

Görüntü konusunda en çok rastlanan yanlışlı şöyledir; görüntünün biçimlendirilmesinde merceklerin odağı sorumludur.

Pektaş vd. (2009) bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin Işık ve Ses konusundaki başarıları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma Kırıkkale il merkezindeki bir okulda gerçekleştirilmiştir. İki ayrı sınıfta öğrenim gören 39’ar toplamda 78 öğrenci çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Gruplardan birine geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Diğer sınıfta Mobides Bilgisayar Destekli Eğitim Sistemi ile konu öğretilmiştir. Öğretim dört hafta sürmüştür. Veriler araştırmacılar tarafında hazırlanan 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan Ses ve Işık Başarı Testi ile toplanmıştır. Veriler SPSS 11 paket programı kullanılarak t-test ile analiz edilmiştir. Her iki grubun son testte ön teste göre daha yüksek puanlar elde ettikleri ancak deney grubundaki artışın çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bilgisayar destekli öğretim Işık ve Ses ünitesi kazanımlarından bazılarına ulaşılmasında etkili olmamıştır. Örneğin uygulamalar sonrasında öğrencilerin çoğu karanlık bir ortamda beyaz ve sarı cisimlerin görülebileceğine inanmaktadır.

Ünal-Çoban (2009) doktora tezinde ışık ünitesinin modellemeye dayalı etkinlikler ile öğretilmesinin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisini araştırmıştır. Uygulama 2008 yılı bahar döneminde 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. 31 öğrencinin bulunduğu kontrol grubunda dersler Fen ve Teknoloji programına uygun olarak işlenirken 34 öğrenciden oluşan deney grubunda modellemeye dayalı olarak Işık ünitesi işlenmiştir. Uygulamaların kavramsal anlamaya olan etkilerinin tespitinde veriler araştırmacı tarafından geliştirilen üç aşamalı kavram testi kullanılmıştır. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin veriler Türkçeye çevirisi Özkan vd. (1998) tarafından yapılan ve Aktamış (2007) tarafından 7. sınıf düzeyine uyumlu hale getirilen “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” ile toplanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen “Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği” ve “Bilimsel Bilginin Varlık Anlayışına Yönelik Görüş Ölçeği” beşli likert türündedir. Ayrıca her iki sınıftan beş öğrenci ile öğretim öncesi ve sonrasında bilimsel bilgi ve varlık anlayışı konularında yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Işık ünitesinin modellemeyle öğretilmesinin kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Öğretim sonrasında bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde deney ve kontrol grupları arasında farklılık oluşmamıştır. Bilimsel bilginin varlık alanı konusunda modellemeye dayalı öğretim daha başarılı olmuştur.

Yalçın vd. (2009) üniversiteye yeni başlayan fen öğrencilerinin ışık ve ışığın yayılması konularını anlamalarını ve bu konulardaki kavram yanlışlarını incelemişlerdir. Açık uçlu dört soru ile veriler toplanmıştır. Test maddeleri geliştirirken Bayburt Eğitim Fakültesi'nde yapılan Fizik sınavı, literatür taraması ve fakültede fizik dersi veren eğitimciler ile yapılan mülakatlar ile öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği noktalar tespit edilmiştir. Bu üç kaynaktan yararlanarak test geliştirilmiştir. Testin geçerliği için üç uzmanın görüşüne başvurulmuştur. 20 öğrenci ile testin pilot uygulaması yapılmıştır. Sorulardan birincisi öğretmen adaylarının çevrelerindeki ışık kaynaklarını tanıyıp tanımadıklarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. İkinci soru bir mumdan ve ampulden çıkan ışınların ulaşacağı mesafeyi, üçüncü soru gece niçin çevremizdekileri göremediğimiz veya çok az görebildiğimizi sormaktadır. Son soruda ise farklı çeşit ışığın olup olamayacağı ve farklı kaynaklardan çıkan ışığın benzer özellikler gösterip gösteremeyeceği sorulmuştur. Veri toplama aracı Atatürk Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfında okuyan 100 öğrenciye uygulanmıştır. Test sorularına yanlışlı cevaplar veren dört öğrenci ile 30–40 dakika süren mülakatlar yapılmıştır. Verilerin analizinde öğrencilerin yazdıkları cevaplar Haidar ve Abraham (1991)'ın oluşturdukları açıklama yok, anlama yok, kavram yanlışsı, kısmen anlama ve tam anlama olmak üzere beş kategoride analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının ışık konusunu anlamalarının sınırlı olduğu ve yaygın kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerde sık rastlanan kavram yanlışlarının bazıları şunlardır; Çevremizde gördüğümüz her şey bir ışık kaynağıdır. Kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan ışık diğer ışık çeşitlerinden daha uzağa yayılır. Güçlü bir ışık kaynağından çıkan ışık zayıf kaynaktan çıkan ışıktan daha uzağa yayılır. Işık gece etrafa yayılırken enerjinin bir kısmı karanlık madde tarafından tüketilir. Farklı ışık kaynakları aynı çeşit ışık üretemezler. Işık çeşitleri yapay ve doğal olarak iki ayrılır. Gündüzleri bütün ortam güneş ışığı ile dolu olduğundan lambadan çıkan ışık ışınları yayılacak ortam bulamazlar. Yazarlar bu sonuçları ışık ünitesinin öğretilmesinde kullanılan öğretim stratejilerinin tekrar gözden geçirilmesine ihtiyaç olduğu şeklinde yorumlamışlardır.

Yukarıda özetlenen çalışma sonuçlarından ilköğretimden üniversiteye kadar değişik öğretim kademesindeki öğrenci ve öğretmenlerin ışık konusunu anlamakta zorlandıkları, bu konuda birçok alternatif kavrama sahip oldukları anlaşılmaktadır. Özellikle görme olayı, renkler, ışığın yayılma hızı, merceklerde ve aynalarda görüntü oluşumu, gölge oluşumu ile ilgili zihinlerde bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen birçok düşünce bulunmaktadır. Işık kaynağı, yansıma ve kırılma gibi kavramların birbirine karıştırıldığı

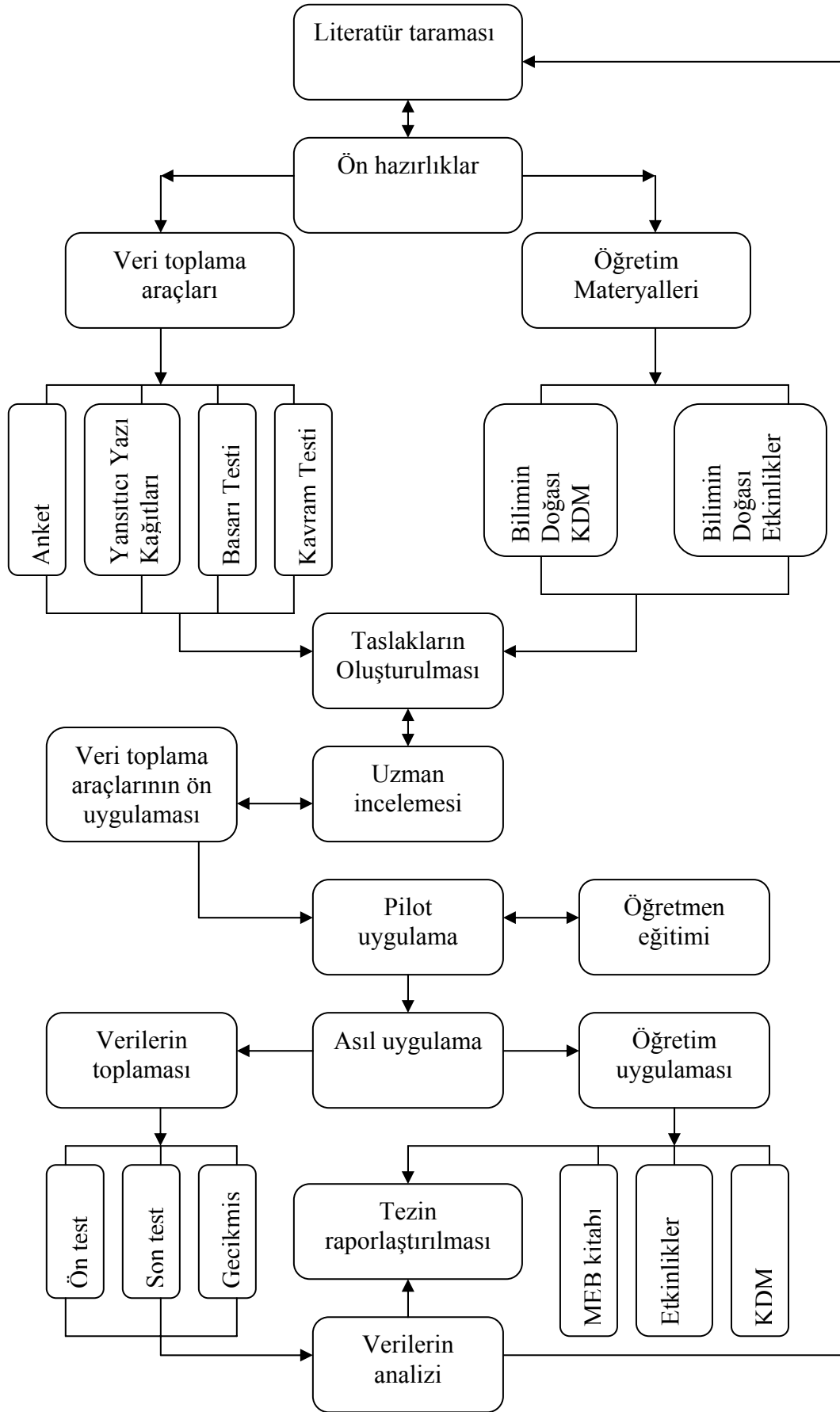
dikkati çekmektedir. Okullarda uygulanmakta olan öğretimin ve kullanılmakta olan kitapların bu alternatif kavramları gidermeye çok fazla katkı sağlamadığı birçok çalışmada rapor edilmektedir. Işık konusundaki çalışmaların çoğunda veri toplama aracı olarak doğru yanlış, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan karma testlerin kullanıldığı görülmektedir. Veri toplama araçlarında sadece çoktan seçmeli veya doğru yanlış sorularından kaçınıldığı, öğrencilerin açıklamalar yapmasını gerektiren düzenlemelerin tercih edildiği dikkati çekmektedir. Işık kavramlarının öğretilmesinde yapılandırmacı öğrenme kuramı, çoklu zeka kuramı, bilgisayar destekli öğretim, modellemeye dayalı öğretim, analogi tekniği gibi uygulamaların geleneksel uygulamalardan daha etkili olduğu ve öğrencilerin bu tür öğretimlerden daha çok hoşlandıkları görülmektedir. Somutlaştırmayı sağlayıcı bilgisayar destekli öğretimin daha çok ilköğretim birinci kademede uygulandığı, bu tür materyallerin ilköğretim ikinci ve daha üst öğrenim kademelerine yönelik olarak geliştirilmediği dikkati çekmektedir. Işık konusunun öğretilmesinde kavramsal değişim yaklaşımına dayalı modüller geliştirilerek etkileri değerlendirilmesine rağmen KDM üzerine çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan KDMnin asıl amacı bilimin doğası unsurları olmakla beraber, öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili deneyimler yaşaması ışık ünitesindeki alternatif kavramlar üzerinden sağlanmaya çalışılmıştır. Hazırlanan bu KDM ışık ünitesinin 5E modeline göre öğretiminin bir parçası olacak şekilde uygulamaya konmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçların hem bilimin doğası hem de fen konu alanındaki alternatif kavramların giderilmesine katkı sağlar KDMnin hazırlanıp hazırlanamayacağı noktasında ipuçları sağlayacağı düşünülmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada bilimin doğasını öğretme amaçlı kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarıyla zenginleştirilen iki farklı öğretim materyali geliştirilmiştir. Bu iki materyal ve MEB tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin bilimin doğası öğretimi, kavramsal değişim, alternatif kavramların giderilmesi ve akademik başarı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu bölümde çalışmanın araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları, verilerin analizi, materyallerin geliştirilme ve uygulama süreçleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Çalışmada öncelikle bilimin doğası, kavramsal değişim, ışık hakkındaki literatür incelenmiştir. İlgili alanda kullanılan veri toplama araçları, hazırlanacak öğretim materyallerinde bulunması gereken özellikler, Fen ve Teknoloji öğretim programları, ışık ünitesi kazanımları, ders kitapları irdelenmiştir. Böylelikle ön hazırlıklar tamamlanmıştır. Öğretim materyalleri hazırlanırken aynı zamanda veri toplama araçları geliştirilmiştir. Öğretim materyallerinin hazırlanmasında öncelikle Işık ünitesi kazanımlarına paralel olarak ve alternatif kavramlar göz önünde bulundurarak bilimin doğası KDM ve etkinlikleri geliştirilmiştir. Bunlar 5E modeli içerisine entegre edilerek, öğrenci ders, öğrenci çalışma ve öğretmen kılavuz kitapları hazırlanmıştır. Hazırlanan veri toplama araçları üçü akademisyen üçü Fen ve Teknoloji öğretmeni olmak üzere toplam altı kişilik uzman grubun, öğretim materyalleri ise iki akademisyenin görüşlerine sunulmuştur. Veri toplama araçlarının ön uygulaması yapılmıştır. Ön uygulamadan elde edilen veriler ışığında düzeltmeler yapılarak pilot uygulamaya gidilmiştir. Pilot uygulamadan sonra veri toplama araçları uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan öğretim materyallerini uygulayacak öğretmenler tespit edilmiş ve öğretmen eğitimi yapılmıştır. Öğretim materyallerinin pilot uygulaması yapılarak gerekli değişiklik ve düzeltmeler yapılmıştır. 2009/2010 eğitim-öğretim yılında çalışmanın asıl uygulaması gerçekleştirilmiştir. Veriler analiz edilerek tez raporlaştırılmıştır. Araştırmanın tasarlanma ve uygulama süreci Şekil 3'de sunulmuştur.



Şekil 3. Araştırmanın tasarlanması ve yürütülmesi

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının temellerini oluşturan paradigmlar birlikte kabullenilmiş, her iki yaklaşımın yöntem, veri toplama araçları ve analiz şekillerinden faydalanılmıştır. Nitel ve nicel yaklaşımların bir arada kullanılmasında üç model önerilmektedir. Bunlardan ilki çalışmanın nitel ve nicel bölümlerinin birbirinden ayrı yürütüldüğü ve birbirinin tamamlayıcısı olduğu iki aşamalı (two-phase design) tasarımıdır. İkinci tasarımıda araştırmacı çalışmanın önemli bir bölümünü nitel veya nicel yaklaşımlardan biriyle yürütürken, küçük bir parçasında diğer yaklaşımı kullanılır. Baskın-az baskın tasarım (dominant-less dominant design) adı verilen bu modelde az baskın olan yaklaşım baskın olan yaklaşımı kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Son model ise karma yöntemdir (mixed-methodology design). Bu tasarımıda araştırmanın birçok aşamasında (örneğin; problem cümlesi, amaç) belki de tamamına yakınında nitel ve nicel yaklaşımlar birbiri ile iç içedir (Creswell, 1994; Aktaran Alev, 2003: s: 104–105). Bir çalışmada üçgenleme, tamamlayıcılık, gelişim, başlangıç veya genişletme amacıyla karma yöntem kullanılabilir (Gökçek, 2008; Çepni, 2010).

Bu çalışmada tamamlayıcılık ve genişletme amaçlı karma yöntem kullanılmıştır. Çalışmada ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası hakkında bilimsel olarak kabul edilen görüşlere sahip olmalarını sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen iki farklı ve MEB tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkileri irdelenmiştir. Eğitim alanında değişik öğretim yöntemlerinin, geliştirilen materyallerin vb. etkilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesinde deneysel araştırma yöntemi kullanılır (Çepni, 2007). Deneysel yöntem tam deneysel, basit deneysel ve yarı deneysel olarak uygulanabilmektedir. Bu çalışma bir ilköğretim okulunda okul idaresi tarafından önceden oluşturulmuş dört adet 7. sınıftan üç tanesinde yürütülmüştür. Öğrenciler deney ve kontrol gruplarına rastgele dağıtılmadıklarından, önceden oluşturulmuş sınıflardan ikisinin deney birinin kontrol grubu olarak kabul edilmesinden dolayı çalışma yarı deneyseldir (quasi-experimental design). Yarı deneysel yöntemde deney ve kontrol gruplarının birbiri ile tamamen aynı özelliklere sahip olması mümkün değildir. Bu nedenle deney ve kontrol gruplarının tespitinde mümkün olduğu kadar benzer özellikler taşıyan grupların seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada sınıfların deney ve kontrol grupları olarak atanmasında öğretim faaliyetlerini yürütecek olan öğretmenlerin görüşleri dikkate alınmıştır. Ünitenin öğretimine başlamadan önce öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri ve Işık

ünitesi kazanımları ile ilgili mevcut durumlarını tespit etmek amacıyla veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Ünitenin öğretiminin tamamlanmasından bir hafta sonra yürütülen uygulamaların etkilerini belirlemek amacıyla aynı veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır. Öğretimin kalıcılığı sekiz hafta sonra veri toplama araçlarının tekrar uygulanması ile belirlenmeye çalışılmıştır. Grupların kendi içinde nasıl bir değişim sergilediği belirlenmeye çalışılmış ve gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmada yarı deneysel yöntem, “ön ve son testli eşitlenmemiş gruplu model” olarak uygulanmıştır (Çepni, 2010).

Tablo 4. Araştırma tasarımı

Grup	İşlem	Öğretim Uygulaması	İşlem	İşlem
Deney 1	Ön test	Bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi	Son test	Gecikmiş test
Deney 2	Ön test	Bilimin doğası öğretiminde doğrudan yansıtıcı yaklaşım	Son test	Gecikmiş test
Kontrol	Ön test	MEB kitabı	Son test	Gecikmiş test

Üç farklı öğretim materyalinin etkilerinin karşılaştırılması nedeniyle araştırma yarı deneysel olmakla birlikte, öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşlerinin ve Işık ünitesi kavramsal değişimlerinin incelenmesinde nicel araştırmanın temelini oluşturan kabuller yetersiz kalmaktadır. Çünkü bilimin doğası unsurları ile ilgili olarak her bir öğrencinin farklı düşünceleri, bu düşüncelere temel oluşturan farklı gerekçeleri olabilir. Her bir öğrenci düşüncelerini açıklarken kullandığı kelimeye farklı bir anlam yükleyebilir. Benzer durum öğrencilerin Işık ünitesinde sahip oldukları kavramların tespitinde de karşımıza çıkmaktadır. Denzin ve Lincoln (1994)’e göre bu tür durumlarda her bir araştırma yönteminin eksiklerini kapatmak, araştırılan olay ile ilgili en gerçekçi sonuçlara ulaşmak için farklı araştırma yöntemleri bir arada kullanılabilir. Bu çalışmada öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin, ışık ünitesindeki kavramlarının belirlenmesinde yorumlayıcı (interpretivist) paradigma kabul edilmiştir. Nitel araştırma yaklaşımlarının temelini oluşturan bu paradigmada tek bir doğru yerine kişilerin oluşturdukları çoklu bakış açıları vardır. Bryman (1988) insanların düşünce, davranış ve kültürlerinin anlaşılmasını amaçlayan çalışmalarda nitel araştırma yaklaşımları ile yürütülmesinin uygun olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin sahip oldukları bilimin doğası unsurlarına ilişkin görüşleri açık uçlu anket ve bu anketi destekleyen mülakatlar ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Ayrıca öğrencilerin ünitenin işlenişi sırasında yazmış oldukları Yansıtıcı Yazılar da birer veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Kavramsal değişim ise iki aşamalı test ile değerlendirilmiştir. Testin ikinci aşaması açık uçlu olup, öğrencilerin cümlelerinden sorgulanan kavrama ilişkin zihinlerinde nasıl bir yapı olduğunun yorumlanmasını gerektirmektedir. Çalışmada öğrencilerin anket ve testte yazdıkları cümlelere, mülakatlarda sözcükler yükledikleri anlamlar yorumlanmıştır. Buna ek olarak nicel analizler ile karşılaştırmalar yapılarak genellemelere varılmaya çalışılmıştır. Kısacası çalışmada bilimin doğası ile ilgili görüşler, kavramsal değişim ve alternatif kavramlar hakkında nitel yaklaşımdan elde edilen veriler, hem nitel hem de nicel yaklaşım ile analiz edilerek yorumlanmıştır. Bu bağlamda çalışmada karma yöntemin benimsenmesinde temel sebep nitel ve nicel yaklaşımların birbirini tamamlamasıdır.

Bilimin doğası Işık ünitesi bağlamında öğretilmeye çalışıldığından, hazırlanan kitap setlerinin bilimin doğasını öğretmenin yanı sıra Fen ve Teknoloji öğretim programlarında yer alan ünite kazanımlarına ulaşılmasını da amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkileri nicel yaklaşımın veri toplama araçları ve analiz şekilleri ile irdelenmiştir. Bu bağlamda araştırmanın alt amaçlarından birine sadece bir yaklaşım ile ulaşıldığından, bu alt problem ile çalışmanın sınırlarının genişlemiş olmasından dolayı karma yöntemin benimsenmesindeki ikinci gerekçe genişletmedir.

2.3. Araştırmanın Örneklemi

Bilimin doğası bakış açılarını belirlemek üzere yapılan çalışmaların daha çok ortaöğretim, yüksek okul ve üniversite düzeyinde yapıldığı, ilköğretim kademelerinde yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin yeterli bakış açısı geliştirip geliştiremeyeceği literatürde tartışılan bir konu olmuştur. Bazı araştırmacılar (örneğin; Chandler, 1987; King ve Kitchener, 1994) ilköğretim öğrencilerinin içinde bulundukları bilişsel gelişim döneminin özellikleri gereği bilimin doğası gibi karmaşık konuları anlamayacaklarını düşünmektedirler. Bununla birlikte yapılan araştırmalar ilköğretim üç ve dördüncü sınıf öğrencilerinin (Kawasaki vd., 2004) bilimin doğasının bazı unsurlarını anlayabileceğini göstermektedir. Birinci sınıf öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada da (Akerson ve Volrich, 2006) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kang vd. (2005, s:315)'in, Newton ve Newton (1992) ve Lederman ve

O'Malley (1990)'den aktardığına göre; üst öğrenim kademesindeki öğrencilerin bilim hakkındaki yetersiz bakış açılarına çareler aramak yerine ilköğretim basamaklarında bilimin doğasını öğrencilere kazandırmak çok daha üretken bir çözüm yoludur. Bu nedenle çalışmanın ilköğretim öğrencileri ile yapılmasına karar verilmiştir. Türkiye’de ilköğretim okulları iki kademedan oluşmaktadır. 1–5. sınıf ilköğretim birinci kademe olarak adlandırılmaktadır. Her bir dersin öğretiminin branş öğretmenleri tarafından yapıldığı 6–8. sınıflar ise ilköğretim ikinci kademe olarak adlandırılmaktadır. 6. sınıf öğrenciler için ilköğretim ikinci kademeye alışma süreci gerektirmekte, 8. sınıf ise ortaöğretime geçiş odaklanılan bir yıldır. Bütün bunlar dikkate alındığında çalışmanın 7. sınıf düzeyinde gerçekleştirilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Çalışma Trabzon ili, Akçaabat ilçesi, Yıldızlı TOKİ İÖO’unda gerçekleştirilmiştir. Çalışma ikisi deney biri kontrol olmak üzere üç sınıf ile yürütülmüştür. Bu nedenle 7. sınıf düzeyinde en az üç şubesi bulunan bir okulun tercih edilmesi zorunludur. Yapılan informal gözlemler sonucu okulda görev yapan Fen ve Teknoloji öğretmenlerinin sınıflarında yeni ve farklı etkinlikler yapmaya istekli, yeni programlarda yer alan performans ve proje görevlerini uygulamaya koymaya çalışan, kitaplardaki deney ve diğer etkinlikleri yapmaya özen gösteren öğretmenler oldukları kanısına varılmıştır. Daha sonra yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar öğretmenlerin kıdem, mezun oldukları alan, deneyim, bilimin doğası konusunda sahip oldukları donanım gibi diğer özelliklerinin de benzer olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca öğretmenlerin çalışmaya katılmaya gönüllü olmaları Yıldızlı TOKİ İÖO’nun uygulama okulu olarak seçilmesinde en önemli sebepler olmuştur. Çalışmaya katılan öğretmenlerin özellikleri bir alt başlıkta ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Okulda görev yapan iki Fen ve Teknoloji öğretmeninden biri bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi ile zenginleştirilen ve MEB tarafından kullanılmakta olan kitap setini ders verdiği sınıflardan birer tanesinde uygulamıştır. Diğer öğretmen ise bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarıyla zenginleştirilen kitap setini ders verdiği bir sınıfta uygulamıştır. Çalışma kapsamındaki ünitenin öğretimine başlanmadan önce öğretmenler yapacakları uygulamalar hakkında eğitildiklerinden, pilot uygulamada bu eğitimleri pratiğe dönüştürme imkanı bularak yürütülecek çalışmalar hakkında tecrübe edindiklerinden pilot ve asıl uygulama aynı okulda, aynı öğretmenler ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama 2008–2009 eğitim öğretim yılı bahar döneminde yapılmıştır. Bu dönemde uygulama okulunda üç adet 7. sınıf bulunmaktadır. Bu üç sınıfın tamamı pilot uygulamanın örneklemini oluşturmaktadır. Asıl uygulamanın yapıldığı 2009–

2010 eğitim öğretim yılında Yıldızlı TOKİ İÖO'nda 7. sınıf düzeyinde dört sınıf bulunmaktadır. Bu dört sınıftan üç tanesi çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Asıl uygulamanın yapıldığı sınıflar bir önceki yıl okulun 6. sınıflarıydılar ve üç şubeye ayrılmış durumdaydılar. Yıldızlı beldesine toplu konut idaresi tarafından siteler inşa edildiğinden okulun öğrenci sayısında artış olmuştur. Bu nedenle asıl uygulamanın yapıldığı yıl bir önceki yılın 6. sınıfları dört şubeye ayrılmışlardır. Okul idaresi ile görüşüldüğünde öğrencilerin şubelere atanmasında sınıfların kendi içerisinde heterojen, sınıflar arasında homojen bir dağılım oluşturulmaya çalışıldığı bilgisi alınmıştır. Örneğin akademik başarısı yüksek sekiz öğrenci var ise bunlar ikiye ayrılarak dört şubeye dağıtılmış, akademik başarısı orta olan öğrencilerde yine şubelere mümkün olduğu kadar eşit dağıtılmıştır. Asıl uygulamanın hangi sınıflarda yürütüleceği ve hangi sınıfa hangi materyalin uygulanacağına karar verilirken öğretmenlerin görüşleri ve pilot uygulama dikkate alınmıştır. Öğretmenlerden birbirine yakın özelliklere sahip üç sınıf seçmeleri istenmiştir. Öğretmenler B şubesinde okula yeni kayıt olan öğrencilerin sayıca fazla olmasından dolayı bu sınıfın hem akademik başarı hem de sosyal ortam bakımından diğerler sınıflardan biraz farklı olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda A şubesi Deney 1, C şubesi Deney 2, D şubesi ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Pilot ve asıl çalışmada yer alan örneklemin dağılımı Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Pilot ve asıl uygulama örneklem dağılımı

Grup	Pilot Uygulama			Asıl Uygulama		
	Kız	Erkek	Toplam	Kız	Erkek	Toplam
Deney 1	11	8	19	14	8	22
Deney 2	11	8	19	12	10	22
Kontrol	11	9	20	11	11	22
Toplam	33	25	58	37	29	66

Pilot uygulamada hem sınıf mevcutları hem de sınıflardaki kız ve erkek öğrenci sayısı birbirine çok yakındır. Sınıf mevcutlarındaki dağılımın paralelliği asıl uygulama sınıflarında dikkati çekmektedir.

2.3.1. Çalışmaya Katılan Öğretmenlerin Özellikleri

Çalışmada araştırmacı tarafından hazırlanan iki farklı öğretim materyali bulunmaktadır. Bu iki farklı materyalin her birinin farklı bir öğretmen tarafından uygulanmasının herhangi bir yaklaşımın diğer sınıfa yansıtılmasının önüne geçeceği düşünülmüştür. Hazırlanan öğretim materyallerinin pratiğe yansıtılmasında öğretmenlerin özellikleri önemlidir. Çalışmaya katılan öğretmenlere ilişkin genel bilgiler, mesleki özellikleri, bilimin doğası konusunda tecrübeleri öğretmenler ile yapılan ön görüşmeler ile belirlenmiştir. Öğretmenler ile ilgili genel bilgiler Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. Çalışmaya katılan öğretmenlerin özellikleri

Öğretmen	Cinsiyet	Kıdem	Mezun Olunan		Uygulama Grubu
			Fakülte	Bölüm	
A	Bayan	15	Fen Edebiyat Fakültesi	Biyoloji	Deney 1 Kontrol
B	Bayan	15	Fen Edebiyat Fakültesi	Kimya	Deney 2

Öğretmenlerin her ikisi de bayandır ve 15 yıllık mesleki deneyime sahiptir. Ayrıca öğretmenlerin ikisi de uzman öğretmendir. Deney 1 (bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi) ve kontrol gruplarında ders veren öğretmen A, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü mezunudur. Mesleki yaşantısının ilk beş yılında sınıf öğretmeni olarak görev yapmıştır. Son 10 yıldır ise günümüzde ilköğretim ikinci kademe olarak adlandırılan 6,7 ve 8. sınıflarda Fen dersi vermektedir. Yeni Fen ve Teknoloji öğretim programları uygulamaya konulduğundan beri bu programların uygulayıcısıdır. Öğretmen A, Maçka Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda çalıştığı dönemde “Bu Benim Eserim” proje yarışmasına katılmıştır. Havasız kapalı ortamda yaşayabilen bitki yetiştirmeyi amaçlayan proje Trabzon ilinde dereceye girerek bölge değerlendirmesine katılmaya hak kazanmıştır. Proje Erzurum bölge değerlendirmesinde elenmiştir. Bu bağlamda öğretmenin yeni öğretim yöntem ve tekniklerine açık olduğu söylenebilir.

Deney 2 grubunun uygulayıcısı öğretmen B, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü mezunudur. 2000 yılında, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitiminde yüksek lisansını tamamlamıştır. Tez çalışmasında organik kimya alanında çalışmıştır. Tez çalışmasının adı

“5-Amino 1H-Tetrazol ve 2-Amino-Merkapto 1,3,4 Tiyadiazolün Bazı Dikarboksilli Anhidrasyonu” dur. Öğretmen B 15 yıllık meslek hayatının tamamında ilköğretim ikinci kademe Fen öğretmeni olarak görev yapmıştır.

Çalışma üç sınıfta yürütüldüğünden öğretmenlerden biri çalışma örnekleminde yer alan iki sınıfta, diğer öğretmen ise bir sınıfta uygulama yapmıştır. Uygulama öğretmenleri pilot uygulamada hangi kitap setini uyguladılar ise asıl uygulamada da buna devam etmişlerdir. Örneğin pilot uygulamada bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğreten öğretmen asıl uygulamada yine aynı kitap setini uygulamıştır. Kontrol grubunda ise hem pilot hem de asıl uygulamada bilimin doğasını kavramsal değişim metinleri öğreten öğretmen ders vermiştir.

Çalışma Işık konusunda yapılacağından öğretmenler ile yapılan mülakatlarda Fizik konularını anlatmayı sevip sevmedikleri, zor bulup bulmadıkları sorulmuştur. Öğretmen A Biyoloji, öğretmen B Kimya konularında kendilerini daha rahat hissettiklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte her iki öğretmende yıllardır ilköğretimde çalıştıkları için kendi mezuniyet alanı dışındaki konulara karşı olumsuz tutumlarının olmadığını, programda yer alan bütün konuların gereğini yapmaya gayret gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Işık ünitesi fiziğin konusu olduğundan uygulamayı yürütecek her iki öğretmenin bu üniteye eşit uzaklıkta olduğu söylenebilir. Mülakatta ayrıca bilimin doğası ve kavramsal değişim pedagojisi ve özellikle KDM hakkında aldıkları eğitimler, yaptıkları uygulamalar ile ilgili sorularda yöneltilmiştir. Her iki öğretmende bu çalışmada yer almadan önce bilimsel okuryazarlık, bilimin doğası ve öğretimi konularında ek bir eğitim almadıklarını, sınıflarında bu alanda özel uygulamalar yapmadıklarını, KDM hazırlamadıklarını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda öğretmenlerin hem Işık ünitesi hem de bilimin doğası konusunda benzer özelliklere sahip oldukları söylenebilir.

2.4. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi

Araştırma problemlerinin her birine yanıt bulabilmek amacıyla çalışmada anket, test ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile veriler toplanmıştır. Kullanılan veri toplama araçları ve kullanım amaçları Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7. Veri toplama araçları ve kullanım amaçları

Araştırmanın Amacı	Veri Toplama Aracı
Uygulamaların bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşler üzerine etkileri	Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi Yarı yapılandırılmış mülakatlar Yansıtıcı yazılar
Uygulamaların kavramsal değişim üzerine etkileri Alternatif kavramlara en çok rastlanan noktalar ve uygulamaların bu kavramların giderilmesi üzerine etkileri	Işık Ünitesi Kavram Testi
Yürütülen öğretim faaliyetlerinin ışık ünitesindeki akademik başarı üzerine etkileri	Işık Ünitesi Başarı Testi

Ayrıca uygulamaların planlandığı gibi yürütülüp yürütülmediği yapılandırılmamış gözlemler ile takip edilmiştir. Veri toplama araçları ve geliştirilme süreçleri aşağıda açıklanmıştır.

2.4.1. Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi

Bilimin doğası alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde çok çeşitli veri toplama araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Örneğin katılımcıların oluşturduğu kavram haritaları (Kim vd., 1998), çizimler (Yontar-Toğrol ve Aktürk-Muğaloğlu, 2000; Kınık vd., 2004), günlükler (Ryan, 2000; Abel vd., 2001; Schwarz, 2002), yazılı raporlar (Rannikmae vd., 2006) veri kaynağı olabilmektedir. Sadler vd., (2002) makale okuma ve okunan makaleye yazılan yorumlar, Dawkins ve Dickerson (2003) bilimsel bir konuda iki karşıt görüş üzerine yapılan yorumlar ile verilerini elde etmişlerdir. Veri toplama araçlarındaki bu çeşitliliğe rağmen yapılan çalışmaların büyük bölümünde test veya anketlerin kullanıldığı dikkati çekmektedir. Örneğin Kılıç vd. (2005), Sutherland ve Dennick (2002), Walker ve Zeidler (2003) Lin vd. (2004), Huang, vd., (2005), Chen (2006) ve Tsai (2006) likert tipi

ölçekleri tercih etmişlerdir. Kang ve meslektaşları (2005) çoktan seçmeli, Murcia ve Schibeci (1999) doğru-yanlış maddelerinden oluşan anketler kullanmışlardır.

Araştırmacıların bilimin doğası alanına odaklanmaya başladıkları 1950’li yıllardan günümüze bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmeye yönelik onlarca standart test hazırlanmıştır. Bunlardan en çok bilinenleri Cooley ve Klopfer (1961)’in geliştirdiği Test on Understanding Science (TOUS), Kimball (1968)’ın Nature of Science Scale (NOSS), Ruba (1976) Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS), Aikenhead, Fleming ve Ryan (1987) Views on Science-Technology-Society (VOSTS) olarak sıralanabilir. Lederman vd. (2002) doğru-yanlış, çoktan seçmeli ve likert tipi veri toplama araçlarının bilimin doğası bakış açılarını belirlemede uygun yollar olmadığını belirtmektedirler. Bu tür anket veya testler, katılımcıların sahip oldukları bakış açılarını ortaya çıkarmak yerini onları bir seçimde bulunmaya zorladığı, testi hazırlayan kişinin kabul ve ön yargılarını taşıdığı noktalarında kritik edilmektedir. Katılımcıların bilimin doğası bakış açılarını değerlendirmede yanlış yorumları azaltacak, geçerli değerlendirme sağlayacak en etkili araç açık uçlu sorulardan oluşan Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi’dir (Lederman, 2007). Literatürde VNOS (Views of Nature of Science Questionnaire) olarak bilinen anket Lederman ve O’Malley (1990) tarafından geliştirilmiştir. Anketin bu ilk formu bugün VNOS-A şeklinde isimlendirilmektedir. İlerleyen dönemlerde Lederman’ın ekibi tarafından anket gözden geçirilerek sürekli yenilenmiştir. En son düzenlemeler ile anketin VNOS-E formu oluşturulmuştur. VNOS çeşitli formları, farklı dillere çevrilerek, üzerinde değişiklikler yapılarak birçok çalışmada kullanılmıştır (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Schwartz ve Lederman, 2002; Howe, 2003; Abd-El-Khalick, 2005; Turgut, 2005; Akerson vd., 2006; Akerson ve Volrich, 2006; Friedman, 2006; Küçük, 2006; Akerson ve Hanuscin, 2007; Ayvacı, 2007).

Bu çalışmada öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına ilişkin görüşlerini ortaya çıkarabilmek için açık uçlu sorulardan oluşan Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi kullanılmıştır. Anketin hazırlanmasında öncelikle çalışma kapsamında ele alınacak bilimin doğası unsurlarını değerlendirmede literatürde mevcut sorular gözden geçirilmiştir. Bu inceleme ile bilimin doğası anketinde bulunması gereken özellikler ve anket formunda kullanılabilecek sorular tespit edilmiştir. Sorular üzerinde bazı değişiklikler yapılarak öğrenci seviyesine uygun ve anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır. Örneğin “Bilim insanları olgu, kanun, teori gibi bilimsel bilgiler üretirler. Bu olgu, teori, kanunlar gelecekte değişebilir mi?” sorusunu ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin anlayamayacağı

düşünülmüştür. Soru olgu, teori ve kanun gibi bilimsel bilgi türlerinden söz etmeden daha basit bir dille yazılmıştır. Anketteki bazı sorular ise araştırmacı tarafından tekrar yazılmıştır. Örneğin literatürdeki anketlerde bilimin öznel ve çıkarıma dayalı unsurları dinazorların neslinin tükenme sebepleri üzerinden sorgulanmaktadır. Bu haliyle anketin dinazorlar ile ilgili sorusu kendi içinde dört bölümden oluşmaktadır. Öğrencilerin soruyu bu haliyle uzun bulabilecekleri, üç ve dördüncü soruları yanıtlamayabilecekleri veya yüzeysel ifadeler kullanabilecekleri düşünülmüştür. Bu nedenle Marmara Bölgesinde deprem yaşanacağı konusundaki tartışmalardan yararlanılarak yeni bir soru yazılmıştır. 11 sorudan oluşan anketin ilk hali biri fen eğitimi diğeri dil alanında olmak üzere iki uzmanın görüşlerine sunulmuştur. Uzmanların görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin bilimin doğasının öznel unsurunu değerlendirmeye yönelik iki soru yazılmıştır. Uzmanların görüşleri doğrultusunda Marmara depremini konu edinen sorunun ankette yer almasına karar verilmiş, sorunun anlatımında kısaltmalar yapılmıştır. Bu düzenlemeler ile anket pilot uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Araştırma ilköğretim 7. sınıf düzeyinde yapılacağından veri toplama araçlarının pilot çalışmaları ilköğretim 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi Akçaabat ilçesinde altı farklı okulda öğrenim gören 224 öğrenciye uygulanmıştır. Anket farklı okullarda uygulanarak geniş ve farklı özelliklere sahip öğrenci kitlesinden (sosyo ekonomik düzeyleri, başarı durumu, okulun sahip olduğu koşullar gibi farklı olanaklara sahip) dönütler alınmaya çalışılmıştır. Yanıtlanmadan dönen, yazıların okunaklılığı olmadığı, anlaşılır cevap verilmeyen vb. anketlerin çıkartılmasından sonra anket hakkında dönüt alınabilecek yeterli anketin elde kalması için pilot uygulama geniş bir örneklem ile gerçekleştirilmiştir. 224 kişi geniş bir örneklem olduğundan, tabakalandırma yöntemiyle 50 anket seçilmiştir. Anketin pilot uygulama örneklemini Tablo 8’de görülmektedir.

Tablo 8. Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi pilot uygulama örneklemi

Okul Adı	Toplam Uygulanan Anket Sayısı	Tabaklandırma İle Seçilen Anket Sayısı
Selami Yardım İÖO	51	10
Abdullah Fazıl Ağanoğlu İÖO	24	6
Mehmet Arslantürk İÖO	50	10
Kavaklı YİBO	25	6
Akçaabat Atatürk İÖO	21	5
Alaittin Akçay İÖO	21	5
Cumhuriyet İÖO	25	6
Ortaalan İÖO	7	2
Toplam	224	50

50 anket seçilirken öncelikle hangi okuldan kaç anket seçileceğine karar verilmiştir. Çok öğrencinin olduğu okullardan daha fazla sayıda anket seçilmiştir. Örneğin Selami Yardım İÖO ve Mehmet Arslantürk İÖO’unda 50 öğrenci öğrenciye ulaşıldığından 10 anket seçilmiştir. Ulaşılan öğrenci sayısı eşit olan okullardan eşit sayıda anket seçilmiştir. Örneğin Kavaklı YİBO ve Cumhuriyet İÖO’nda 25 öğrenciye ulaşıldığından her iki okuldan da 6 anket seçilmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) 32 öğrenci, Khishfe ve Lederman (2006) 48 kişi ile anketin pilot uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Seçilen 50 anket ayrıntılı bir şekilde incelenmiş, ankette değiştirilmesi veya çıkartılması gereken sorular belirlenmiştir. Bu belirlemede;

1. Sorunun öğrenciler tarafından amaçlandığı şekilde anlaşılıp anlaşılmadığı,
2. Soruya cevap verilip verilemediği,
3. Sorulara verilen yanıtların farklı ve yaratıcı düşünceleri ortaya çıkarıp çıkarmadığı kriterleri dikkate alınmıştır.

Anketin ilk sorusunda öğrencilerin fen bilimleri ile ilgili genel düşüncelerini almak amacıyla “Size göre fen nedir? Fen bilimlerini diğer (felsefe, tarih vb.) bilimlerden ayıran farklar nelerdir?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Yapılan incelemede öğrencilerin bazılarının sorunun ilk kısımana yanıt verdikleri ancak ikinci bölümüne cevap yazmadıkları görülmüştür. Bu nedenle sorunun ikinci kısmının ayrı bir soru olarak sorulmasına karar verilmiştir.

Anketin 2. sorusuna “Bilimsel bilgi ile kişisel görüş arasında fark var mıdır?” öğrencilerin tamamına yakını benzer şekilde yanıt vermişlerdir. Sorunun sorulma amacı

bilim ile ilgili genel düşünceleri almaktır. Yeni düzenlemede ilk iki soruda bu amaca yönelik olduğundan sorunun anketten çıkartılmasına karar verilmiştir.

3 ve 4. sorular bilimin doğasının deneysel unsuruna yöneliktir. Öğrencilerin bu iki soruya benzer cevaplar yazdıkları görülmüştür. Anketin 4. sorusu “Bilimsel bilginin gelişmesinde deneyler gerekli midir? Niçin?” şeklindedir. Öğrencilerin tamamı bu soruya gereklidir cevabını vermişlerdir. Ancak bazı öğrenciler niçin kısmını açıklamamışlardır. Bu durum deneylerin gerekli olup olmadığı değil deneylerin niçin önemli olduğunun ön plana çıkarılması gerektiği şeklinde yorumlanmıştır. Bu nedenle soru Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir? Örnek vererek açıklayınız şeklinde değiştirilmiştir.

Anketin 6. sorusu atom modelleri üzerinden bilimin geçici unsurunu sorgulamaktadır. Sorunun resimli bölümünde çekirdek ve orbital, soru kökünde diyagram kavramı kullanılmaktaydı. Öğrenciler bu kavramlar üzerinde durduklarından soruya amacı dışında cevap vermişlerdir. Soru çekirdek, orbital ve diyagram gibi kavramlar kullanılmayacak şekilde “Maddeler atom adı verilen taneciklerden oluşmaktadır. Yandaki şekilde bir atom modeli görülmektedir. Size göre bilim insanları atomun yapısı hakkında kesin bilgilere sahip midirler?” şeklinde düzenlenmiştir.

Bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsurunu değerlendirmek amacıyla hazırlanan 8. soru iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğrenciler evet veya hayır seçeneğini tercih etmekte ve tercihlerinin gerekçelerini açıklamaktadırlar. İlk bölüme evet yanıtı veren öğrencilerden sorunun ikinci bölümünü de yanıt vermeleri istenmektedir. İlk bölüme hayır yanıtı verenler ikinci bölümü yanıtlamayacaktır. Pilot uygulamada sorunun ilk bölümüne evet yazıp, ikinci bölümünü cevaplandırmayan, ilk bölüme hayır yanıtını verdiği halde ikinci bölüme cevap yazan öğrencilerin olduğu dikkati çekmiştir. Bu sorunu gidermek amacıyla A bölümünün hemen altına “dikkat işareti ve bir üstteki soruya evet cevabı verdiyseniz, alttaki soruyu cevaplandırmayı unutmayınız” şeklinde bir not düşülmüştür. Sorunun B bölümü bilimsel çalışmanın hangi aşamalarında (planlama, deney yapma, gözlem yapma, verileri analiz etme, yorumlama, sonuca varma) hayal gücü ve yaratıcılık kullanıldığını sormaktadır. Öğrenciler parantez içersinde verilen aşamalardan söz etmeden başında, sonunda, biraz ilerleyen bölümlerinde gibi ifadeler kullanmışlardır. Bu nedenle parantez içindeki aşamalar maddeler halinde verilmiş, hangi aşama veya aşamaların hayal gücü ve yaratıcılık gerektirdiğinin örnekler ile açıklanması istenmiştir.

Toplum ve bilim arasındaki karşılıklı ilişkileri sorgulayan iki soru (9 ve 10) hazırlanmıştır. Sorulardan biri (10. soru) bilimin toplumu etkilemesi, diğeri bilimin

toplumdan etkilenmesini (9. soru) konu edinmektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu bilimin toplum yaşantısına etkileri konusunda benzer ifadeler yazmışlardır. Öğrencilerin çoğu tarafından anlaşılan, sorunlu olmayan bir durumun anketten çıkarılabileceği, bu yolla anketin kısaltılabileceği düşünülmüştür. Anketin kısılmasının ise bir ders saatinde uygulanabilirliği arttıracacağı inanılmıştır. Çünkü on bir sorudan oluşan anketin ilk halinde özellikle sonlardaki sorulara öğrencilerin daha kısa yanıtlar verdikleri dikkati çekmiştir. Toplumun bilim üzerindeki etkileri konusunda cevaplar çeşitlidir. Toplumun bilim üzerine etkilerini değerlendirmeye çalışan soruda iki görüş verilmekte ve öğrenciye bunlardan hangisine katıldığı sorulmaktadır. Her iki görüşün altında boşluk bırakılmış, öğrencilerden hangisine katılıyorlar ise onun altına açıklama yapmaları istenmiştir. Ancak öğrencilerin her iki boşluğa bir şeyler yazdıkları görülmüştür. Ayrıca soruda yer alan bilim evrenseldir ifadesinde evrensel kavramının bazı öğrenciler tarafından anlaşılmadığı görülmüştür. Öğrenciler bilimin evrensel olmasından, fen bilimlerinin Dünya'nın her yerini hatta uzayı araştıran bilim dalı olduğunu anlamışlardır. Bütün bu sorunları gidermek amacıyla soruda iki kişinin karşılıklı konuşması verilmiştir. Anketin çekiciliğini sağlamak maksadıyla konuşma balonlarına resimler eklenmiştir. Öğrencilerden konuşma balonlarından birini seçmeleri ve seçimlerinin gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. Ayrıca evrensel kavramı kullanılmadan soru tekrar yazılmıştır.

Anketin son sorusunda İstanbul depremi ile ilgili iki farklı görüş verilmiştir. Soru içerisinde sayısal değerlerin sorunun okunabilirliğini azalttığı görülmüştür. Soru sayısal değerlerin az kullanıldığı hale getirilmiştir. Bilim insanları resimleri eklenerek sorunun görselliği artırılmaya çalışılmıştır. Sorunun A bölümü “Siz bu görüşlerden hangisine katılıyorsunuz? Neden?” öğrencilerin çoğunun sorunun neden bölümüne cevap yazmadıkları belirlenmiştir. A bölümünün anketten çıkartılmasına karar verilmiştir. Pilot uygulamada öğrencilerin anketi bir ders saatinde cevaplandırmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Son sorunun A bölümünün çıkartılması anketin kısaltılmasına katkı sağlaması bakımından önemlidir. Pilot uygulama sonrasında gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra anket bir Türkçe öğretmenine incelenmiştir. Dil, anlatım ve yazım hataları giderilmiştir. Anket asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Asıl uygulamada kullanılan anket 9 sorudan oluşmaktadır. Pilot uygulama sonrasında yapılan değişiklikler ile anketin son hali 9 sorudan oluşmaktadır (Ek 1). Anketteki sorular hakkında bilgiler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Bilimin doğası üzerine görüşler anketi soru dağılımı

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

2.4.2. Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar

Bilimin doğası alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde mülakatların birincil veri toplama araçları olarak (Griffiths ve Barman, 1992; Flegg ve Burke, 1995; Jelinek, 1998; Moss vd., 2001; Edmonson, 2005) veya anket, çizim, günlük gibi veri toplama araçlarını desteklemek amacıyla kullanıldığı (Sutherland ve Dennick, 2002; Walker ve Zeidler, 2003; Bora, 2005; Kaya ve Kocakulah, 2006) görülmektedir. VNOS anketini geliştiren Lederman ve ekibi anketin yarı yapılandırılmış mülakatlar ile birlikte kullanılması gerektiğini ifade etmektedirler (Lederman, 2007; Lederman vd. 2002). Mülakatlarda ankette yer alan sorular öğrencilere tekrar yöneltilmektedir. Bu yolla öğrencilerin düşünceleri derinlemesine irdelenebilmekte, sözcüklere yükledikleri anlamlar anlaşılabilen, yanlış anlamalar en aza indirilebilmektedir. Örneğin bu çalışmada yürütülen mülakatlar sırasında öğrencilerin araştırma kavramını sadece dergi, ansiklopedi, internet vb. kaynaklardan bilgi toplama olarak kullandıkları belirlenmiştir. Öğrenciler deneylerin araştırma kapsamında olmadığını düşünmektedirler. Verilerin analizi sırasında

bu durum göz önüne alınarak işlem yapılmıştır. Örneğin atomun yapısına nasıl karar verildiği, dinazorların varlığının nasıl anlaşıldığı sorusunda öğrenciler araştırma yapılarak cevabı veriyor ise bu deneysel verilere ihtiyaç duyulmadığı şeklinde yorumlanmıştır. Öğrencilerin ankete yazılı olarak verdikleri cevaplar ile mülakatlardaki sözel cevapları arasında uyuma bakılmıştır. Bu karşılaştırma anketin tutarlığı açısından da önem taşımaktadır.

Mülakatların pilot çalışması Ortaalan İÖO’unda anketin pilot uygulamasına katılan üç öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu öğrencilerden biri ankette ele alınan bilimin doğası unsurlarının çoğunda yeterli görüşlere, diğeri değişken görüşler ve üçüncüsü ise zayıf görüşler sunabilmiştir. Bu yolla değişik görüşlerin mülakatta temsil edilmesi sağlanmıştır. Mülakatlarda öğrencilere doldurdukları anket verilmiş, anketteki sorular sözel olarak kendilerine yöneltilmiştir. Mülakatlarda öğrencilerin ben burada yazmıştım zaten gibi ifadeler kullandıkları, genellikle yazılı cevaplarını tekrar ettikleri görülmüştür. Mülakatların pilot uygulaması yöneltilmesi gereken ek sorular hakkında da ipuçları ortaya koymuştur. Örneğin bazı öğrenciler fen bilimleri icat yapmaktır gibi ifadeler kullanmışlardır. Mülakatlarda öğrencilere “İcat nedir? Bir icat örneği verebilir misin?” gibi soruların yöneltilmesine ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bazı öğrenciler telefon, televizyon gibi aletlerin icat olduğunu ifade etmişlerdir. Bu öğrencilere icatların sadece birer teknolojik araç olup olmadıkları sorulmuştur. Bazı öğrenciler bilim insanlarının atomun yapısına ayrıntılı olarak gözlemleyerek karar verdikleri şeklinde cevaplar vermişlerdir. Bu öğrencilere “Bilim insanları atomu nasıl görmüşlerdir?”, “Sen hiç atom gördü mü, Niçin?” şeklinde ek soru yöneltilmiştir. Her bir mülakat için yaklaşık olarak 20–30 dakika süre ayrılması gerektiği pilot çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç olmuştur.

Asıl uygulamada mülakatın yapılacağı öğrenciler seçilirken, ankete verilen cevaplar yüzeysel olarak incelenmiş, bilimin doğasının çoğu unsurunda birbirinden farklı yanıtlar veren öğrenciler belirlenmiştir. Böylelikle cevaplardaki çeşitliliğin ortaya çıkarılabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda mülakat öğrencileri amaçlı bir şekilde seçilmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Mülakatlar anketin ön, son ve gecikmiş test olarak her uygulamasında çalışma gruplarının her birinde altışar öğrenci ile yürütülmüştür. Grupların her birinde bu altı öğrenciden ikisi ankette bilimin doğasının çoğu unsurunda yeterli, diğer ikisi değişken ve diğer ikisi zayıf görüşler sunan öğrenciler arasından seçilmiştir. Anketin son ve gecikmiş test olarak uygulamasında her bir grupta ön testte mülakat yapılan üç öğrenci (anketin çoğu sorusunda yeterli, değişken ve zayıf görüşlere sahip birer) sabit tutulmuştur.

Diğer üç öğrenci ise yine anketin çoğu sorusunda yeterli, değişken ve zayıf görüşlere sahip öğrencileri temsil edecek şekilde seçilmiştir. Çalışma boyunca her bir sınıfta mülakatların ön, son ve gecikmiş test uygulamasına katılan üç öğrenci ve sadece birer uygulamaya katılan dokuz öğrenci olmak üzere toplam on iki öğrenciyle mülakat yapılmıştır. Böylelikle sınıfların her birinde öğrencilerin %55'i (22 öğrencinin 12 si) ile mülakat yapma şansı elde edilmiştir. Lederman vd. (2002) çalışma gruplarının %15-20'si ile mülakat yapılmasının yeterli olduğunu belirtmektedir. Bu uygulamada üç kişinin sabit tutulmasıyla katılımcıların kendi içindeki değişimini takip etmek, değişen üç kişi ile farklı kişilerin kelimelere yükledikleri anlamları doğru ve derinlemesine anlamak bu yolla ankete yazılan cümlelerin yorumlanmasını kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Mülakatlar sırasında diz üstü bilgisayar ile ses kaydı yapılmış, daha sonra yazılı belgeler oluşturulmuştur. Mülakatlar yazıya aktarılırken katılımcıların sözleri mümkün olduğu kadar aynen korunmaya çalışılmıştır. Ancak eksik kelime hataları veya eksikleri anlam değişikliğine yol açmayacak şekilde tamamlanmıştır.

2.4.3. Yansıtıcı Yazılar

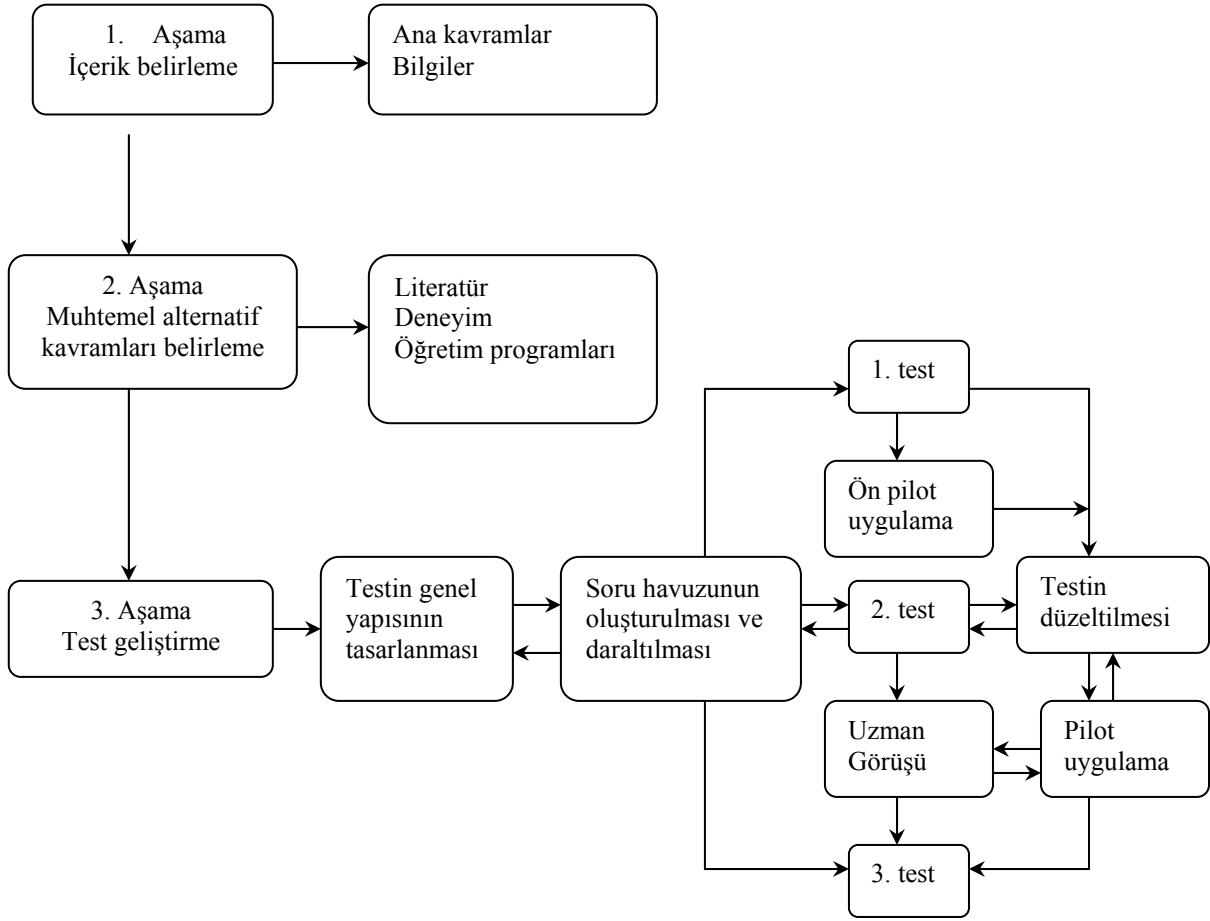
Bireylerin bilimin doğası unsurlarına yükledikleri anlamları ortaya çıkarmada bazı araştırmacılar yansıtıcı yazılardan faydalanmışlardır (Kim vd., 1998; Ryan, 2000; Lewthwaite, 2006; Küçük, 2006). Deney 1 grubunda bilimin doğası unsurlarının öğretimini amaçlayan her bir KDM den sonra, Deney 2 grubunda ise her bir bilimin doğası etkinliğinden sonra, öğrencilerin ele alınan bilimin doğası unsuru veya unsurları hakkında öğrendiklerini yazmalarını isteyen “Yansıtıcı Yazı Kağıtları” hazırlanmıştır. Bu kağıtlar fotokopi ile çoğaltılarak her bir bilimin doğası etkinliği veya KDMden sonra öğrencilere dağıtılmıştır. İlk yansıtıcı yazı okulda öğretmenin gözetiminde yazdırılmış diğerleri ev ödevi olarak verilmiştir. Yansıtıcı yazı kağıtlarında öğrencileri yazacakları konuya yönlendirici açıklamalar bulunmaktadır. Öğrenciler kağıttaki boşluğa düşüncelerini yazıp bir sonraki ders teslim etmişlerdir. Örneğin “Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?” etkinliğinden sonra dağıtılan yansıtıcı yazı şöyledir: “Bu etkinlik boyunca sınıf içi tartışmalarınızı ve öğretmeninizin yaptığı açıklamaları dikkate aldığınızda bilimsel bilgilerimizin kesin olmayışı, zaman içinde değişebilir olması ile ilgili neler öğrendiğinizi yazınız. Bilim insanları ile sizin yaptığınız çalışmalar arasında benzerlik ve farklılıkları örneklerle açıklayınız.” Bu yazılar ile öğrencilerin uygulanan etkinlik ve KDMden ne gibi

sonuçlar çıkardıkları, uygulamalar ile bilimsel çalışmalar arasında nasıl bağlar kurdukları anlaşılmaya çalışılmıştır. Yansıtıcı yazı kağıtlarının pilot çalışması, araştırmanın pilot uygulaması esnasında yapılmıştır.

2.4.4. Işık Ünitesi Kavram Testi

Uygulamaların kavramsal değişime olan etkilerini tespit etmek ve alternatif kavramlarını irdelemek amacıyla Işık Ünitesi Kavram Testi geliştirilmiştir. Literatür incelendiğinde kavram öğretimi alanında yapılan çalışmalarda çizimler (Tsai, 1999; Özden, 2009), kavram haritaları (Hay, 2007; Şen ve Aykutlu, 2008), açık uçlu sorular (Karamustafaoğlu ve Ayas, 2002; Çetin vd., 2004; Gönen, 2008), mülakatlar (Roth, 1985) gibi veri toplama araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte en yaygın veri toplama aracı çoktan seçmeli testlerdir. Çoktan seçmeli testlerin değişik formatları mevcuttur. Örneğin bazı araştırmacılar tek aşamalı yani başarı testlerinde olduğu gibi doğru seçeneğin işaretlenmesi formatında kavram testleri hazırlamışlardır (Çalık ve Ayas, 2003; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Alkhawaldeh, 2007; Çetin vd., 2009; Bayraktar, 2009). Tek aşamalı kavram testleri doğru yanıtın doğru gerekçeye dayanarak mı yoksa tesadüfi olarak mı verildiğini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Tek aşamalı testlerin bu zayıflığını gidermek amacıyla iki aşamalı testler geliştirilmeye başlanmıştır. İki aşamalı testlerin ilk aşamasında öğrencilerden doğru yanlış şeklinde sınıflama yapması veya verilen seçeneklerden doğru olanı işaretlemesi istenmektedir. Bu bağlamda testin ilk aşaması çoktan seçmeli testlere benzemektedir. İkinci aşama ise ilk aşamada verilen yanıtın gerekçelerini sorgulamaktadır. Gerekçeler çoktan seçmeli olarak verilip öğrencilerden en uygunu seçmeleri istenebileceği (Griffard ve Wandersee, 2001; Akyurt ve Akaydın, 2009; Chandrasegaran, 2007; Tüysüz, 2009) gibi açık uçlu da (Çalık vd. 2007; Bilal ve Erol, 2009) olabilmektedir. İki aşamalı testler kavram öğretimi alanının en sık kullanılan veri toplama araçlarıdır. Son zamanlarda üç aşamalı (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Kaltakçı ve Didiş, 2007) ve hatta dört aşamalı (Caleon ve Subramaniam, 2009) kavram testleri geliştirilmeye başlanmıştır. Üç ve dört aşamalı testlerde öğrencilere verdikleri yanıtlardan ne kadar emin oldukları sorulmaktadır. Bu testlerin uygulanmasının uzun zaman aldığı, puanlandırma amaçlı kullanıma uygun olmadığı, öğrencilerin toplumsal etmenlerden dolayı verdikleri yanıtlardan emin olma durumlarını samimi olarak cevaplandırmama ihtimalinin olduğu ifade edilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2009).

Geniş bir örneklem kitlesine uygulama kolaylığı, öğrencilere kendi düşüncelerini bağımsız olarak ifade edebilme fırsatı sağlaması gibi özellikleri nedeniyle iki aşamalı, ikinci aşaması açık uçlu test formatı tercih edilmiştir. Testin hazırlanmasında Treagust ve Chandrasegaran (2007) takip ettiği yoldan faydalanılmıştır. Şekil 4 kavram testinin geliştirilme aşamalarını özetlemektedir.



Şekil 4. Işık Ünitesi Kavram Testi geliştirilme süreci

Öncelikle ilköğretim 4,5, 6 ve 7. ilköğretim Fen ve Teknoloji öğretim programları incelenmiştir. Öğrencilerin Işık ünitesinde neler öğrendiği ve çalışma kapsamında hangi kazanımlara ulaşmaları beklendiği irdelenmiştir. Başka bir ifade ile öğrenciler neredeler, nereye gelecekler sorularına yanıt aranmıştır. Ünite ele alınacak ana kavramlar gözden geçirilmiştir. Böylelikle testin konu içeriğine karar verilmiştir. İkinci aşamada öğrencilerde bulunması muhtemel alternatif kavramlar belirlenmiştir. Alternatif kavramların tespitinde literatür taraması, Fen ve Teknoloji Öğretim Programları ve araştırmacının

deneyimlerinden yararlanılmıştır. Örneğin bazı öğrenciler tam yansımayı gelme ve yansıma açılarının eşit olduğu durum (düzgün yansıma) olarak düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise ışık ışınlarının bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama dik açı ile geçişinin tam yansıma olduğunu ifade etmektedirler. Tam yansıma olayı araştırmacının öğretmenlik deneyimleri ile teste ilave edilmiştir.

Üçüncü aşamada test maddeleri yazılmıştır. Test maddelerinin yazılmasında Lin (2004) belirttiği gibi çeldirici seçeneklere alternatif kavramlar yerleştirilmiştir. Testin her maddesi dört seçenekten oluşmaktadır. Seçeneklerden biri doğru diğer üçü alternatif kavramları içermektedir. Sorular yazılırken testin ilgi çekici olmasını, öğrencilerin sıkılmadan bütün soruları okumalarını sağlamak ve anlaşılabilirliği arttırmak amacıyla Chang vd., (2007) gibi sorular şekil ve resimler ile desteklenmiştir. Muhtemel alternatif kavramlara yönelik birden fazla soru hazırlanarak soru havuzu oluşturulmuştur. Örneğin ışığın kırılması ile ilgili biri sözel diğeri görseller ile desteklenmiş iki soru, ışığın enerji olarak tanımlanmasına yönelik iki soru hazırlanmıştır. Işık hızının ortama bağlı olduğu, kaynağına bağlı olduğu ayrı ayrı sorularda ele alınmasının yanı sıra ışık hızı ile ilgili bütün durumları içeren bir soru daha hazırlanmıştır. Testin bir ders saatinde uygulanabilmesi için her bir muhtemel alternatif kavram için bir soru yöneltilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Soru havuzundan sorular seçilerek testin ilk taslağı oluşturulmuştur. Testin ilk hali Ortaalan İÖO'sunun 8. sınıfında öğrenim gören yedi öğrenciye uygulanmıştır. Bu ön pilot uygulama ile uygulama ile öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği sorular tespit edilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin ışığın kırılması ile ilgili sorunun seçeneklerindeki şekillerin doğru anlaşılması için ışık ışınlarının miktarının artması, ışığın eğilmesi gibi açıklamalar eklenmiştir. Gökyüzünün mavi görünmesi ile ilgili olarak öğrencilerden bazılarının verilen seçeneklerden hiç birini işaretlemedikleri bunun yerine kendilerinin yeni bir açıklama yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu açıklaması seçeneklere yerleştirilmiştir. Bu düzenlemeler yapılarak testin ikinci taslağı oluşturulmuştur. Testin geçerliğini sağlamak amacıyla üç Fen ve Teknoloji öğretmeni, üç fizik eğitimi alanında akademik çalışmalar yapmış öğretim üyesi olmak üzere altı kişiden oluşan uzman grubunun görüşleri alınmıştır. Kavram öğretimi alanında yapılan çalışmalarda veri toplama araçlarının geçerliğini sağlamada 3–6 kişilik uzman gruplarının görüşlerine sıklıkla başvurulmaktadır (Örneğin; Önder ve Geban, 2006; Alkhawaldeh, 2007; Yürük, 2007; Taştan vd., 2008; Al Khawaldeh ve Al Olaimat, 2009). Uzmanların görüşleri doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Örneğin; uzmanlar özellikle

soruların anlaşılabilirliğini arttırmaya yönelik anlatım değişikliği ve noktalama işareti kullanımı konusunda önerilerde bulunmuşlardır. Bazı sorularda ve seçeneklerde kısaltmalar yapılması yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu öneriler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanlardan biri ışığın etkisi ile meydana gelen olaylar ile ilgili sorunun öğrenci seviyesinin altında olduğunu belirtmiştir. Bu soru testten çıkartılmıştır. Bu düzenlemeler ile son halini alan test, on beş sorudan oluşmaktadır (Ek 2). Trabzon il merkezi ve Akçaabat ilçesinde sekiz farklı ilköğretim okulunun, 8. sınıfında öğrenim gören 350 öğrenci ile testin pilot uygulaması yapılmıştır. Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği okullar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Işık Ünitesi Kavram Testi pilot uygulama örneklemi

Okul	Işık Ünitesi Kavram Testi
Selami Yardım İÖO	50
Abdullah Fazıl Ağanoğlu İÖO	30
Akçaabat Merkez İÖO	50
Cudibey İÖO	61
Akçaabat Atatürk İÖO	8
Alaittin Akçay İÖO	19
Cumhuriyet İÖO	44
İskender Paşa İÖO	88
Toplam	350

Yapılan istatistiksel hesaplamalar sonucu testin Cronbach Alpha .75 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç testin güvenilir olduğunu göstermektedir. 7. sınıf Işık ünitesi kazanımlarına paralel olarak muhtemel alternatif kavramlar ve hazırlanan testte bu kavramların dağılımı Tablo 11'de görülmektedir.

Tablo 11. Muhtemel alternatif kavramlar ve testte yansıtılması

Konu	Bilimsel Olarak Doğru Kabul Edilen Yanıt	Alternatif Kavramlar	Test Maddesi
Işığın tanımlanması	Işık cam ve su gibi maddelerden geçen, boşlukta yayılan bir enerjidir.	Işık bir maddedir. Işık bir etkidir. Görmemizi sağlayan faktördür.	Soru 1
Işığın yayılma hızı	Işığın yayılma hızı kaynağına bağlı değildir. Işığın yayılma hızı ortama bağlıdır.	Işık kaynağının şiddeti arttıkça ışığın yayılma hızı artar. Işığın yayılma hızı asla değişmez. Işık gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılır.	Soru 2 Soru 3 Soru 4
Renkler	Cisimler yansıttıkları ışığın renginde görünürler. Gelen ışığın tutulduğu (soğurulduğu), yansıyan ışığın olmadığı durumlarda siyah oluşur. Gelen ışığın tamamının yansıtılmasıyla beyaz oluşur.	Renklerin oluşmasında ışığın etkisi yoktur, cisimler boyandıkları renkte görünürler. Cisimler soğurdukları ışığın renginde görünürler. Bütün renklerin birleşmesiyle siyah oluşur. Beyaz cisimlerin renksiz olmasıdır. Bütün renklerin soğurulmasıyla beyaz oluşur.	Soru 5 Soru 6 Soru 7
Mercekler ve orman yangınları	Cam parçaları ışığı bir noktada toplayarak yangınlara sebep olurlar.	Cam şişeler ışığı etrafa yansıttıkları için orman yangınlarına sebep olurlar. Cam şişe parçalarına çarpan ışığın şiddeti arttığından orman yangınlarına sebep olur.	Soru 8
Denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesi	Deniz suyu güneş ışığının kırmızı tonlarını soğurup, mavi tonlarını yansıttığından denizler mavi görünür. Işığın mavi tonları atmosferde daha çok saçılmaya uğradığı için gökyüzü mavi görünür.	Deniz suyunu oluşturan moleküllerin mavi renkli olduğundan denizler mavi görünür. Gökyüzünün mavi rengi denizlere çarparak gözümüze yansıdığından denizler mavi görünür. Deniz suyunun ışığın mavi tonlarını daha çok (tutması) soğurması denizlerin mavi görünmesine yol açar. Gökyüzünün mavi görünmesinin sebebi bulutların mavi renkli olmasıdır. Havayı oluşturan azot, oksijen ve karbondioksit gazlarının mavi rengi oluşturduğundan gökyüzü mavi görünür. Denizlerin mavisinin gökyüzüne yansıdığından gökyüzü mavi görünür.	Soru 9 Soru 10
Işığın kırılması	Işığın bir saydam ortamdan diğerine geçerken doğrultu değiştirmesine kırılma denir.	Işık ışınlarının bir engele çarparak yön değiştirmesi kırılmadır. Işığın kırılması ışık ışınlarının miktarının artmasıdır. Işığın eğilmesine kırılma denir.	Soru 11

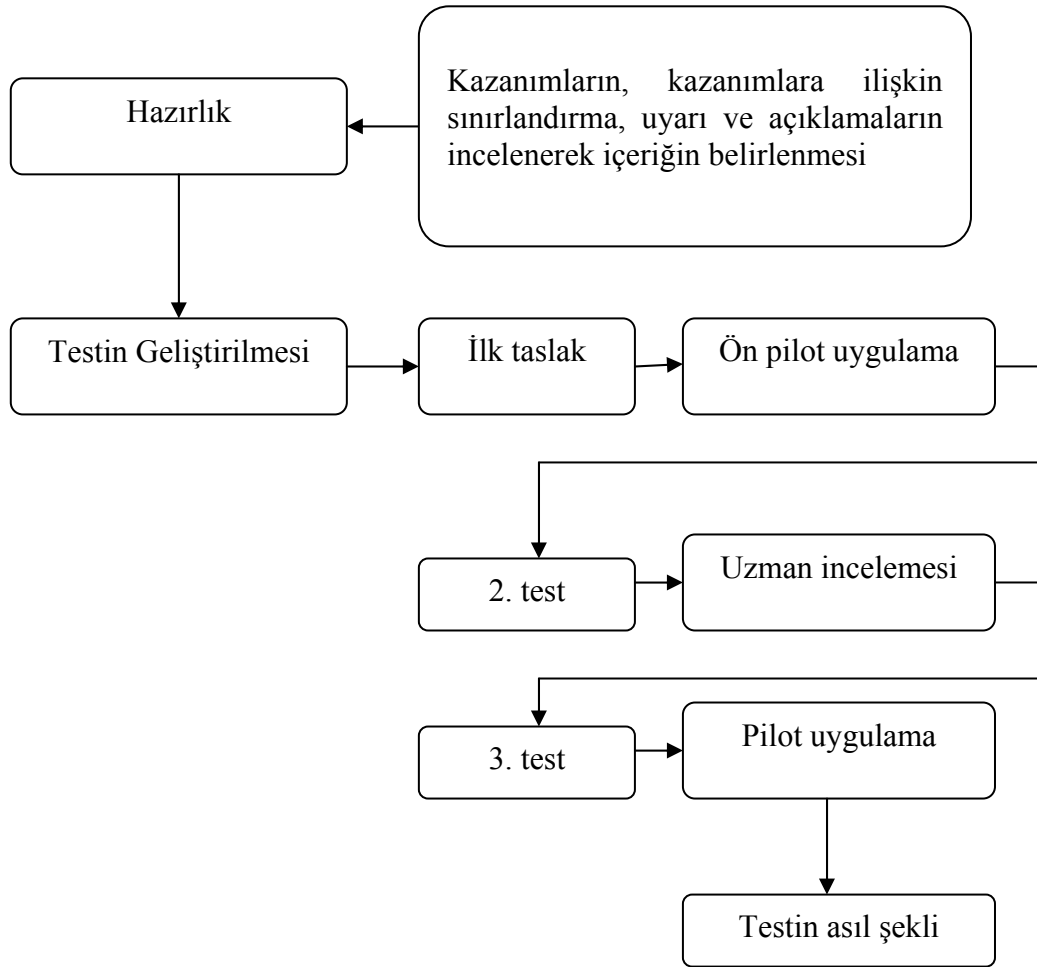
Tablo 11'in devamı

Tam yansıma olayı	Sınır açısından daha büyük bir açıyla gelen ışık ışınlarının çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçemeyerek geldiği ortama geri dönmesi tam yansımadır.	Işığın bir engele çaptığında geldiği açı ile aynı ortam geri dönmesi tam yansımadır. Tam yansıma, ışık ışınlarının dik açı ile bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçmeleridir.	Soru 12
Görme olayı	Görme olayında kaynaktan çıkan ışınlar cisme çarpar, oradan göze yansır. Işık kaynağı olan cisimlerin görülmesinde başka bir ışık kaynağına gerek yoktur. Işık kaynağı olan cisimden çıkan ışınların göze gelmesi yeterlidir. Tamamen karanlık bir ortamda görme gerçekleşmez.	Işık kaynağından ve gözümüzden çıkan ışınlar cisme ulaştığında görme olayı gerçekleşir. Kaynaktan çıkan ışınlar cisme ve gözümüze geldiğinde cisimleri görebiliriz. Cisimleri görebilmemiz için ışığın gözümüze yansımaya gerek yoktur. Işıldayan cisimlerin görülebilmesi için, ışık kaynağından çıkan ışınlar cisme, cisimden de gözümüze yansımaya gerekir. Işıldayan cisimlerin görülebilmesi için kaynaktan çıkan ışınların göze ve cisme gelmesi gereklidir. Işıldayan cisimlerin görülebilmesi için gözümüzden ve kaynaktan çıkan ışınların cisme ulaşması gerekir. Tamamen karanlık bir ortamda cisimleri görebiliriz. Tamamen karanlık bir ortamda ilk 10–15 dakika sonra gözümüz uyum sağlar ve cisimleri görebiliriz.	Soru 13 Soru 14 Soru 15

2.4.5. Işık Ünitesi Başarı Testi

Materyallerin akademik başarı üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla “Işık Ünitesi Başarı Testi” geliştirilmiştir. Akademik başarının değerlendirilmesinde öğretim sürecinde öğrenciler tarafından oluşturulan ürünler, yürütülen projeler gibi alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerinden faydalanılabilmektedir. Özellikle gruplar arasında karşılaştırmaların yapıldığı çalışmalarda daha çok geleneksel ölçme değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanı ise çoktan seçmeli testlerdir. Çoktan seçmeli testlerin en çok eleştirilen yönü şüphesiz doğru seçeneğin tesadüfi olarak işaretlenebilmesidir. Bununla birlikte çoktan seçmeli testlerin geniş bir konu içeriğini kapsayabilmesi, hatırlama düzeyinden daha üst basamaklara kadar çeşitli bilişsel becerileri

değerlendirme imkanı sağlaması (Taylor ve Gardner, 1999), değerlendirmeyi yapan kişinin ön yargılarından etkilenme olasılığının oldukça az olması, puanlama kolaylığı (Caleon ve Subramaniam, 2009) gibi çok sayıda avantajı göz ardı edilmemelidir. Bu çalışmada dört alt başlıktan oluşan ve bir aydan uzun sürede öğretimi tamamlanabilen bir ünite öğrenci başarısını değerlendirmede en uygun yolun çoktan seçmeli test olduğuna karar verilmiştir. Testin geliştirilme aşamaları Şekil 5’de özetlenmiştir.



Şekil 5. Işık Ünitesi Başarı Testi geliştirme aşamaları

Testin geliştirilmesi aşamasında öncelikle ünite kazanımları incelenmiştir. Ünite kazanımları ve bu kazanımların gerektirdiği beceriler öğretim programlarından tespit edilmiştir. Ünite kapsamında yer alan kazanımların tamamına yakınına kapsamaya özen gösterilerek sorular yazılmıştır. Testin ilk taslağı 28 sorudan oluşmaktadır. Bu test Ortaalan İÖÖ’nün, 8. sınıfında öğrenim gören yedi öğrenci tarafından cevaplandırılmıştır.

Öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği noktalar, yapılan hatalar belirlenerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin; testin üçüncü sorusu insan gözünün algılayamadığı ışınlar ile ilgilidir. Öğrencilerin göremediğimiz ışınlar ifadesini anlamadıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle parantez içerisinde X ışınlar, kızıl ötesi ve mor ötesi ışınlar gibi açıklama ilave edilmiştir. Seçeneklerden birinde romen rakamıyla IV ün yanlışlıkla III şeklinde yazıldığı öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Bu yanlışlık düzeltilmiştir. İlk uygulamadan elde edilen dönütler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra testin ikinci hali oluşturulmuştur. Kavram testini inceleyen aynı uzman ekibin görüşleri (üç Fen ve Teknoloji öğretmeni, üç fizik eğitimi alanında akademik çalışmalar yapmış öğretim üyesi başarı testi içinde alınmış, önerilen değişiklikler yapılmıştır. Örneğin öğretmenlerden biri sorularda fotosentez kavramının yer almasının öğrenci seviyesine uygun olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin yüzeysel olarak fotosentezi bildiğini ancak bu konunun 8. sınıf konusu olduğunu ifade etmiştir. Öğretmenin bu görüşü dikkate alınarak testte fotosentez kavramı kullanılmamıştır. Öğretmen ve akademisyenler kırılma ile ilgili çizimlerin anlaşılabilirliğini arttırmaya yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin normale yaklaşma ve normalden uzaklaşmayı tespit için göz yansımasına düşmelerini engellemek amacıyla ışının kırılmadan yoluna devam etmesi durumunda izleyeceği yol kesikli çizgiler ile gösterilmiştir. Akademisyenlerin testte eleştirdikleri bir diğer nokta ise I, II ve III gibi yargıların bulunduğu, öğrencilerin bu yargılar hakkında karar verdikleri sorulara yönelik olmuştur. Bu tür soruların bazılarında yargılardan birinin örneğin I numaralı yargının üç seçenekte yer almaması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu tür soruların seçenekleri tekrar gözden geçirilmiş ve yeniden yapılandırılmıştır. Ayrıca görünüş, dil, noktalama işareti gibi hususlarda önerilen değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerden sonra testin üçüncü hali ortaya çıkmıştır. Böylelikle testin geçerlik çalışması tamamlanmıştır. Testin pilot çalışması Trabzon ve Akçaabat'ın çeşitli ilköğretim okullarının 8. sınıfında öğrenim gören 358 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Testin pilot uygulama örneklemini Tablo 12'de görülmektedir.

Tablo 12. Işık Ünitesi Başarı Testi pilot uygulama örneklemi

Okul	Işık Ünitesi Başarı Testi
Selami Yardım İÖO	49
Abdullah Fazıl Ağanoğlu İÖO	23
100.Yıl İÖO	37
Akçaabat Merkez İÖO	43
Mehmet Arslantürk İÖO	43
Kavaklı YİBO	23
Yavuz Selim İÖO	74
Cudibey İÖO	66
Toplam	358

Çalışmada kullanılan testlerin pilot uygulamasında her bir veri toplama aracı mümkün olduğu kadar farklı okullarda uygulanmıştır. Böylelikle elde edilen verilerin geniş ve çeşitli bir örneklemden elde edilmesine özen gösterilmiştir. Öğretmenlerin uygulamalarından ve eğitim öğretimde zaman, araç-gereç vb. kaynaklanabilecek etmenlerin sonuçları etkilemesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bazı okullarda sadece bir veri toplama aracı uygulanırken bazı okullarda birden fazla veri toplama aracı uygulanmıştır. Bunun en önemli sebeplerinden biri okulun öğrenci sayısıdır. Örneğin Selami Yardım Akçaabat ilçesinde en kalabalık okullardan biridir ve her bir öğrenim kademesinde altı/yedi şube bulunmaktadır. Bu okul birden fazla veri toplama aracının uygulanmasına müsaittir. Alaittin Akçay İÖO'nda ise 8. sınıf düzeyinde iki şube bulunmaktadır. Bu nedenle bu okulda iki veri toplama aracının pilot uygulaması yapılmıştır. Diğer bir sebep ise bazı okullara veri toplama aracının uygulanışı sırasında bizzat bulunulamamıştır. Veri toplama aracı okulda uygulamayı yapacak öğretmene teslim edilmiştir. Bu durumlarda karışıklık yaşanmaması için öğretmene tek bir veri toplama aracı bırakılmıştır.

SPSS 15 ile yapılan istatistiksel hesaplamalar 26. sorunun testin güvenilirliğini zayıflattığını işaret etmiştir. 26. soru merceklede ışığın kırılması ile ilgilidir. Testte ışığın merceklede kırılması ile ilgili başka sorular bulunduğundan bu sorunun testten çıkartılmasının geçerlik açısından sorun yaratmayacağı düşünülmüştür. Bu sorunun çıkartılması ile 27 maddeden oluşan testin (Ek 3) Cronbach Alpha .73 hesaplanmıştır. Tablo 13'de test maddelerinin değerlendirmeyi amaçladıkları kazanımlar görülmektedir.

Tablo 13. Işık Ünitesi Başarı Testi soru dağılımı

Soru No	Kazanım
1	Işığın madde ile etkileşimi sonucunda soğurulabileceğini fark eder. Işıkla etkileşen maddelerin ısındığını gözlemler. Yaptığı gözlemlere dayanarak maddelerin ışığı soğurduğu çıkarımını yapar (BSB-8). Koyu renkli cisimlerin ışığı, açık renkli cisimlere göre daha çok soğurduğunu keşfeder (BSB-2, 6).
2	Işığın bir enerji türü olduğunu ifade eder (TD-3). Işık enerjisinin başka bir enerjiye dönüşebileceğini ifade eder (TD-1,2). Ormanlık alanlara bırakılan cam atıkların güneşli havalarda yangın riski oluşturabileceğini fark eder (FTTÇ-22, 23, 26, 27, 29, 33; TD-5).
3	İnsan gözünün fark edemeyeceği ışınlar olduğunu fark eder.
4	Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini fark eder (BSB-1)
5	Cisimlerin beyaz ışıktaki ve renkli ışıklarda neden farklı renklerde göründüklerini açıklar (BSB-25).
6	Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).
7	Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini fark eder (BSB-1). Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).
8	Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8). Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).
9	Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini fark eder (BSB-1). Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).
10	Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini fark eder (BSB-1). Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8). Cisimlerin beyaz ışıktaki ve renkli ışıklarda neden farklı renklerde göründüklerini açıklar (BSB-25).
11	Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini fark eder (BSB-1). Işığın prizmada kırılarak renklere ayrılabilceğini keşfeder (BSB-2, 17, 25).
12	Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylara örnekler verir (BSB-2, TD-1).
13	Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).
14	Işığın yansıması ve kırılması olaylarının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırır (BSB-1, 5).
15	İki ortam arasında doğrultu değiştiren ışık demetlerini gözlemleyerek ortamların yoğunluklarını karşılaştırır (BSB-6, 8). Işık demetlerinin az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortamdan çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortamdan az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır (BSB-31).
16	Işığın belirli bir yayılma hızı olduğunu ifade eder. Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder.

Tablo 13'ün devamı

17	Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirdiğini keşfeder (BSB-2, 11,17, 23, 26). Işığın belirli bir yayılma hızı olduğunu ifade eder. Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder. Işık demetlerinin az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortamdan çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortamdan az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır (BSB-31).
18	Işığın belirli bir yayılma hızı olduğunu ifade eder. Işığın hızının saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken değiştiğini ifade eder.
19	Işığın hem kırıldığı hem de yansıdığı durumlara örnekler verir (BSB-2; TD-1). Işığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylara örnekler verir (BSB-2, TD-1). Işık demetlerinin az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortamdan çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortamdan az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır (BSB-31).
20	Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17). Merceklerin kullanım alanlarına örnekler verir (BSB-1; TD-2).
21	Çeşitli ortamlarda kırılma olayını açıklamak için basit ışın diyagramları çizer (BSB-28). Işık demetlerinin az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortamdan çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortama geçerken normale yaklaştığı, çok kırıcı (çok yoğun) saydam bir ortamdan az kırıcı (az yoğun) saydam bir ortama geçerken ise normalden uzaklaştığı sonucunu çıkarır (BSB-31).
22	Işığın yansıması ve kırılması olaylarının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırır (BSB-1, 5).
23	Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17).
24	Cisimlerin beyaz ışıktaki ve renkli ışıklarda neden farklı renklerde göründüklerini açıklar (BSB-25).
25	Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17). Işığın yansıması ve kırılması olaylarının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırır (BSB-1, 5).
26	Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17).
27	Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17).

2.4.6. Yapılandırılmamış Gözlemler

Yapılandırılmamış gözlemler çalışmanın hem pilot hem de asıl uygulama aşamasında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü her bir sınıfta ünitenin işleniş başından sonuna kadar izlenmiş, her ders yaşananlar not edilmiştir. Bu notlar, gözlemin yapıldığı aynı gün bilgisayar ortamında yazıya geçirilmiştir. Bu çalışmada yapılan gözlemlerin asıl amacı uygulamaların planlandığı gibi yürütülüp yürütülmediğini takip etmek, materyallerin olumlu yönlerini, aksaklıklarını ve uygulama ortamında ne gibi etkiler meydana getirdiğini

ortaya koymaktır. Gözlemlerden elde edilen verilerin sayısallaştırılması, istatistiksel hesaplamalar yapılması gibi bir amaç bulunmamaktadır. Çepni (2007)'nin belirttiği gibi sınıflarda “Ne oluyor?” ve “Nasıl oluyor?” sorularına yanıt arandığı için yapılandırılmamış gözlem tercih edilmiştir.

2.4.7. Testlerin Kapsam Geçerliğinde Görüşleri Alınan Uzman Grubu

Çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan testlerin geçerliğini sağlamada üç Fen ve Teknoloji öğretmeni, üç akademisyen olmak üzere altı kişinin görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar hakkında tanıtıcı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Öğretmen A: Karadeniz Teknik üniversitesi Kimya öğretmenliğinden mezun olmuştur. 11 yıllık kıdeme sahip olan öğretmen A, son dokuz yıldır ilköğretimde Fen derslerine girmektedir. Öğretmen testin incelemesini yaptığı dönemde 6, 7 ve 8. sınıflarda ders vermektedir. Bu bağlamda 7. sınıf Işık ünitesi ile ilgili deneyim sahibidir. Öğretmen A bayandır.

Öğretmen B: Erzurum üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği mezunudur. Meslek hayatının ilk beş yılında sınıf öğretmeni, sonraki iki yılında Biyoloji öğretmeni olarak çalışan öğretmem B son dokuz yıldır ilköğretimde Fen ve Teknoloji öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Testin incelemesini yaptığı dönemde 7. sınıfa ders verdiğinden, Işık ünitesi kazanım, sınırlılık, ek açıklamalar hakkında tecrübeye sahiptir. Öğretmen B bayandır.

Öğretmen C: Samsun On Dokuz Mayıs Üniversitesi Kimya öğretmenliği mezunudur. Meslek hayatının ilk on yılında ortaöğretimde Kimya dersleri veren öğretmen C son on yıldır ilköğretimde Fen ve Teknoloji öğretmeni olarak görev yamaktadır. Öğretmen C testlerin incelemesini yaptığı dönemde 6,7 ve 8. sınıfta fen dersi vermektedir. Öğretmen C erkektir.

Akademisyen A: Lisans öğrenimini Fizik öğretmenliği alanında tamamlayan akademisyen A, yüksek lisansını Kanada, doktorasını İngiltere’de fen eğitimi alanında yapmıştır ve profesör unvanına sahiptir. Fen eğitimi, fizik eğitimi, öğretmen eğitimi, araştırma teknikleri gibi konularda lisans ve lisansüstü dersler vermekte ve aynı zamanda bu konularda araştırmalarını sürdürmektedir.

Akademisyen B: Lisans öğrenimin Fizik öğretmenliği alanında yapmıştır. Yüksek lisans ve doktorasını fen eğitimi alanında tamamlamıştır. İlköğretim fen eğitimi alanında yardımcı doçent unvanına sahiptir.

Akademisyen C: Lisans öğrenimini Fizik öğretmenliği alanında tamamlayan akademisyen C, yüksek lisans ve doktorasını fen eğitimi alanında tamamlamıştır. Web destekli öğretim, fen eğitimi ve beyin temelli öğrenme alanlarında çalışmalarını sürdüren akademisyen Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü'nde yardımcı doçent olarak görev yapmaktadır.

Çalışma kapsamında kullanılan veri toplama araçlarının güvenirlik ve geçerliliğinin sağlanması amacıyla yapılan uygulamalar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 14. Veri toplama araçlarının güvenirlik ve geçerliliğinin sağlanması

Veri Toplama Aracının Adı	Güvenirlik	Geçerlilik		
		Kapsam	Görünüş	Yapı
Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi	Pilot uygulama sekiz farklı okulda ve geniş bir örneklem (50 öğrenci) ile gerçekleştirilmiştir. Anket, anketteki sorular ve öğrencilerin kelimelere yükledikleri anlamları daha iyi anlayabilmek amacıyla yöneltilen ek sorular ile yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlar ile desteklenmiştir.	Fen eğitimi alanında uzman görüşleri alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğası unsurlarının her birine birden fazla soruda yer verilmiştir. Sorular fen bilimlerinin farklı konu alanları atomun yapısı, dinazorlar, deprem üzerinden sorulmuştur.	Atom ile ilgili soruda diyagram ve çekirdek gibi anlaşılmayan kavramların hem şekilden hem de soru cümlesinden çıkartılmıştır. Hayal gücü ve yaratıcılık unsuru ile ilgili soruda anlaşılabilirliği arttırmak üzere dikkat işareti ile uyarı yazısının ilave edilmiştir. Sosyal etmenlerin bilim üzerindeki etkileri ile ilgili soruda metin kısmını azaltmak, anlaşılabilirliği arttırmak üzere konuşma balonları eklenmiştir. Ankette herhangi bir fen konu alanı ile ilgili kavram, ilke vb. bilgisi gerektiren soru bulunmamakta, bilimsel bilgi ve bunların elde edilmesi ile ilgili sorular bulunmaktadır.	Öğrencilerin düşüncelerini herhangi bir sınırlandırma veya yönlendirme olmadan kendi cümleleri ile açıkça ifade edebilmelerine olanak sağlamak amacıyla, anket açık uçlu formatta hazırlanmıştır. Literatürde ve Fen ve Teknoloji öğretim programlarında öğrencilerinin kazanması beklenen bilimin doğası unsurları ele alınmıştır.

Tablo 14'ün devamı

			Anket, yarı yapılandırılmış mülakatlar ile desteklenmiştir. Dil uzmanının görüşleri alınmıştır.	
Mülakat	“Yeterli”, “değişken” ve “zayıf” görüşlere sahip ikişer öğrenci ile yürütülmüştür. Ön, son ve gecikmiş test uygulamasında mülakat yapılan altı öğrenciden üçü sabit tutulmuş, diğer üçü farklı öğrencilerden seçilmiştir. Diğer bir ifade ile çalışmanın yürütüldüğü her bir sınıfın yaklaşık olarak %55 ile mülakat yapılmıştır. Ses kaydı yapılmıştır. Ses kayıtları yazıya aktarılmıştır.	Bilimin doğası unsurları üzerine görüşleri farklılık gösteren üç öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır.		Öğrencilerin düşüncelerini doğru ve ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarabilmek amacıyla yarı yapılandırılmış mülakat tercih edilmiştir.
Yansıtıcı Yazılar	İlk yansıtıcı yazı sınıf ortamında öğretmenin gözetiminde yazılmıştır. Böylelikle öğrencilerin tecrübe kazanmaları sağlanmıştır.	Her bir etkinlik veya KDMden sonra sadece o etkinlik veya KDM de üzerinde durulan bilimin doğası unsuru ile ilgili yazılar yazılması istenmiştir.	Ele alınması istenen bilimin doğası unsurları italik olarak yazılmıştır.	Öğrencilerin sınıfta ele alınan bilimin doğası unsuru ile bilim inanlarının çalışmaları arasında kurdukları ilişkileri tespit etmek amacıyla açık uçlu yazı formatında hazırlanmıştır.
Işık Ünitesi Kavram Testi	Ön pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sekiz farklı okulda ve geniş bir örneklem (350 öğrenci) ile gerçekleştirilmiştir. Cronbach Alpha .75 olarak hesaplanmıştır.	Belirtke tablosu yapılmıştır. Altı kişilik uzman grubun görüşleri alınmıştır. Her bir soruda seçeneklerden biri bilimsel açıklamaları diğer üçü ise literatürde rapor edilen alternatif kavramları içermektedir.	Soruların büyük bir bölümü şekil veya resimler ile desteklenmiştir. Şekillerin doğru anlaşılması için açıklayıcı bilgiler eklenmiştir.	Geniş bir örneklem kitlesine uygulama ve analiz kolaylığı nedeniyle iki aşamalı test kullanılmıştır. Öğrencilere kendi düşüncelerini bağımsız olarak ifade edebilme fırsatı sağlamak bu yolla onların zihinlerindeki mevcut durumu açıkça ortaya koyabilmek için testin ikinci aşamasında açık uçlu format tercih edilmiştir.

Tablo 14'ün devamı

Işık Ünitesi Başarı Testi	Ön pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sekiz farklı okulda ve geniş bir örneklem (358 öğrenci) ile gerçekleştirilmiştir. Cronbach Alpha .73 olarak hesaplanmıştır.	Belirtke tablosu yapılmıştır. Altı kişilik uzman grubun görüşleri alınmıştır. Güvenirlilik hesaplaması sonucu testten atılması gereken soruda aynı kazanıma yönelik soru olup olmadığı dikkate alınmıştır.	Renkler ile ilgili sorularda şekillerin altına açıklamalar yazılmıştır. Kırılma ile ilgili sorularda normale yaklaşma ve normalden uzaklaşmayı tespitte göz yanılgısına düşülmesini engellemek amacıyla ışının kırılmadan yoluna devam etmesi durumunda izleyeceği yol kesikli çizgiler ile gösterilmiştir. Dil, noktalama işareti, şekillerde uzman önerileri doğrultusunda düzeltmeler yapılmıştır.	Öğretim programında ünitenin kavram haritası incelenmiş, buradaki kavram ve kavramlar arası ilişkiler testte yansıtılmıştır. Testte hem basit hem de daha üst düzey düşünme gerektiren sorulara yer verilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği ünite dört alt bölümden ve 29 adet kazanımdan oluşmaktadır. Çoktan seçmeli test kullanılarak geniş konu tam olarak kapsanmaya çalışılmıştır.
Gözlem	Ders anında alınan notlar aynı gün bilgisayar ortamında yazıya geçirilmiştir.	Grupların hepsinde ünite boyunca bütün dersler gözlemlenmiştir.		Öğretim materyallerinin sınıf ortamına nasıl aktarıldığı, uygulamalar sırasında sınıfta neler olduğunun tespiti için yapılandırılmamış gözlem tercih edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Bu bölümde çalışma kapsamında kullanılan veri toplama araçlarının nasıl analiz edildiği açıklanmıştır.

2.5.1. Bilimin Doğası Unsurlarına İlişkin Verilerin Analizi

Öğrencilerin bilimin doğası unsurları üzerine görüşleri zayıf, değişken ve yeterli olarak kategorilendirilmiştir. Ankette bilimin doğası unsurlarının her birine ilişkin birden fazla soru bulunmaktadır. Örneğin bilimin doğasının geçici unsuruna yönelik üç soru

bulunmaktadır. Öğrenci bu üç sorudan hiç birinde bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceği şeklinde açıklamalar sunamamış ise, bilimin doğasının bu unsurunda zayıf kategorisine alınmıştır. Öğrenci bazı sorularda kabul edilebilir açıklamalar yaparken bazı sorularda yapamıyor ise değişken bakış açısına sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Örneğin öğrenci bilimsel bilgiler zamanla değişebilir şeklinde cevap veriyor, atom veya dinazorlar hakkında kesin bilgilere sahip olduğunu savunuyor ise bilimin doğasının geçici unsurunda değişken görüşlere sahiptir. Bilimin doğasının bir unsurunda yeterli görüşlere sahip olduğunun söylenebilmesi için öğrencilerin bildiklerini farklı bağlamlarda sunması gerekmektedir. Örneğin öğrenci bilimin geçici unsuruna ilişkin üç sorunun tamamında bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceği yönünde görüş bildirmiş, yeterli deliller sunmuş ise yeterli görüşlere sahip olduğu betimlenmiştir. Khishfe ve Lederman (2006), Küçük (2006) ve Ayvacı (2007) bu kategorilendirme yöntemini kullanmışlardır.

Anket ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen veriler ile çalışmaya katılan her bir öğrencinin bilimin doğası profili oluşturulmuştur. Araştırmacının oluşturduğu bu profillere ek olarak çalışmanın yürütüldüğü her bir gruptan beş öğrencinin (%25) anketi bir uzman tarafından da analiz edilmiştir. Bu uzman daha önce bilimin doğası alanında doktora tez çalışmalarına danışmanlık yapmıştır ve bu alanda yayınlara sahiptir. İki farklı kişi tarafından yapılan analizler karşılaştırılmıştır. Farklı kategorilendirilen unsurlar üzerinde tartışılarak ortak bir sonuca ulaşılmıştır. Mülakat yapılan öğrencilerin hem anket hem de mülakat verilerinden elde edilen iki ayrı profili oluşturulmuştur. Daha sonra bu profiller karşılaştırılmıştır. Genelde iki profilin uyumlu olduğu görülmüştür. İki profil arasında en fazla bir bilimin doğası unsurunda tutarsızlık olduğu görülmüştür. Başka bir ifadeyle oluşturulan profiller %85 oranında birbiri ile aynıdır. İki profil arasında uyumsuzluk olduğu durumlarda veriler tekrar gözden geçirilmiştir. Mülakat kayıtları incelendiğinde öğrencilerin “ben buraya böyle yazmışım ama yanlış olmuş şöyle demek istiyorum” gibi ifadeler kullandıkları görülmüştür. Bu durumda mülakattan elde edilen profil dikkate alınmıştır. Verilerin analizinde takip edilen bu sürecin literatürde kullanıldığı görülmektedir (Khisfe ve Abd-El Khalick 2002; Khisfe ve Lederman 2006).

Öğrencilerin profillerinin oluşturulmasından sonra her bir bilimin doğası unsurunda sınıf genelinde zayıf, değişken ve yeterli görüşlerin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemler ön test, son test ve gecikmiş test için tekrarlanmıştır. Sınıflar arasında ve her bir sınıfın kendi içerisindeki değişimini ortaya çıkarmak amacıyla

yüzdelikler üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Öğrencilerin düşüncelerinin daha iyi anlaşılabilmesi için anket ve mülakata verilen yanıtlardan ve yansıtıcı yazı kağıtlarına yazılanlardan doğrudan alıntılar yapılmıştır.

2.5.2. Işık Ünitesi Kavram Testi'nin Analizi

Kavram testinin analizinde öncelikle öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelenmiş, karşılaşılan durumların hiç birini dışlamayacak şekilde kategoriler oluşturulmuştur. Test maddelerinin ilk aşaması çoktan seçmelidir. Bu bağlamda ilk bölümde doğru seçenek ve yanlış seçenek olmak üzere iki durum karşımıza çıkmaktadır. Test maddelerinin ikinci aşaması ise açık uçludur. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde tam anlama, kısmen anlama, alternatif kavram ve anlamama olmak üzere dört farklı durumun olduğu tespit edilmiştir. Abraham vd. (1994) bu kategorileri şu şekilde açıklamaktadır:

Tam anlama: Yazılan açıklamanın doğru cevabın bütün bileşenlerini içermesidir. Örneğin bir cismin beyaz görünmesi ile ilgili soruda öğrencilerden cisimlerin yansıttığı ışığın renginde görüldüğü ve beyazın bütün renkleri içerdiği şeklinde iki noktadan söz etmesi beklenmektedir. Öğrenci bu iki bileşene de açıklamasında yer vermiş ise tam anlama kategorisine alınmıştır.

Kısmen anlama: Açıklama doğru yanıtın en az bir bileşenini içermektedir ancak bütün bileşenlerden söz edilmemiştir. Örneğin ışığın havadan suya ve havadan cama geçtiğinde yayılma hızının nasıl değişeceğine yönelik bir soru bulunmaktadır. Burada ışığın yayılma hızının ortama bağlı olduğu, az yoğunundan çok yoğununa geçişte yayılma hızının azaldığı, su ve camın yoğunluğunun havadan fazla olduğu bu nedenle ışığın yayılma hızının azalacağı şeklinde açıklamalar beklenmektedir. Öğrenci ışığın yayılma hızının ortama bağlı olduğundan söz etmiş ancak az yoğunundan çok yoğununa geçiş hakkında açıklamalarda bulunmamış ise kısmen anlama kategorisinde oluğuna karar verilmiştir.

Alternatif kavram: Açıklamalar yanlış anlamalar içermektedir. Örneğin hava ortamında bulunan ampul, mum ve el fenerinden yayılan ışığın hızlarının karşılaştırılması sorusunda öğrencilerin ampulün şiddetli bir ışık kaynağı olduğunu bu nedenle bu kaynaktan yayılan ışığın daha hızlı olduğunu savunmaları alternatif kavramlara sahip olduklarının göstergesidir.

Anlamama: Açıklamanın ilgisiz, anlaşılır olmayan ifadeler içerdiği veya test maddelerinin açık uçlu bölümüne herhangi bir açıklama yazılmadığı durumdur. Örneğin

test maddelerinden birinde cam şişelerin orman yangınına sebep olmalarının gerekçesi sorulmaktadır. Öğrencilerden şişeler camdır, şişeler etrafa rastgele atılmamalıdır, öğretmenim söyledi, bilmiyorum gibi ifadeler yazmışlar veya sorunun ikinci aşamasına hiçbir açıklama yazmamışlar ise anlamama kategorisine alınmışlardır.

Test maddelerinin iki aşaması birleştirildiğinde sekiz farklı durum ortaya çıkmaktadır. Bunlara ek olarak bazı soruların yanıtsız bırakıldığı görülmüştür. Bu durumda göz önünde bulundurularak kategori sayısı dokuzaya ulaşmıştır. Öğrencilerin Işık ünitesindeki kavramsal durumlarını karşılaştırılabilmesi için bu kategorilere puan verme ihtiyacı duyulmuştur. Kategorilere puan verilirken Palmer (1998)'in öğrencilerin yanlış seçenek işaretledikleri ancak mantıklı gerekçeler sunabildikleri durumların, doğru seçenek işaretledikleri ancak gerekçelerini açıklayamadıkları durumlardan daha değerli olduğuna yaptığı vurgu dikkate alınmıştır. 9 kategori olduğundan kategorilere 0-8 aralığında puan verilmiştir. En iyi kategoriye 8 puan verilmiş, testin ikinci aşamasındaki açıklamaların doğruluğuna daha fazla ağırlık verilerek 0 puana doğru inilmiştir. Bu yol Çalık vd. (2007) tarafından da takip edilmiştir. Kategoriler ve puanları aşağıda verilmiştir.

Tablo 15. Işık Ünitesi Kavram Testine verilen yanıtların kategorileri ve puan değerleri

Kategori	Kısaltması	Puan Değeri
Doğru seçenek tam anlama	DSTA	8
Doğru seçenek kısmen anlama	DSKA	7
Yanlış seçenek tam anlama	YSTA	6
Yanlış seçenek kısmen anlama	YSKA	5
Doğru seçenek alternatif kavram	DSAK	4
Yanlış seçenek alternatif kavram	YSAK	3
Doğru seçenek anlamama	DSA	2
Yanlış seçenek anlamama	YSA	1
Yanıt yok	YY	0

Bu işlemlerden sonra her bir öğrenci için bir tablo hazırlanmıştır. Bu tablolarda öğrencinin her bir soruda ön, son ve kalıcılık testinde verdiği cevabın hangi kategoride olduğu işaretlenmiştir. Başka bir ifade ile her bir öğrencinin profili oluşturulmuştur. Her bir gruptan beş öğrencinin (%25) profilleri ikinci bir araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. İki farklı kişi tarafından oluşturulan profiller karşılaştırılmış, iki profil arasında tespit edilen uyumsuzluklar tartışılarak ortak bir karara varılmıştır. Örneğin hava ortamında, biri aydınlık diğeri karanlıkta yakılan mumlardan yayılan ışığın hızı ile ilgili

soruda, öğrencilerden biri ikisinin de hızı aynıdır, ikisi de mum ve ikisi de hava şeklinde yanıt vermiştir. Testi değerlendirenlerden biri bu cevabı DSTA, diğeri DSAK kategorisine almıştır. DSTA kategorisinde olduğunu savunan değerlendirmeci öğrencinin ışığın yayılma hızının ortama bağlı olduğunu, her iki mumda hava ortamında olduğunu anlaşıldığını belirtmiştir. Cevabı DSAK kategorisi şeklinde değerlendiren kişi ise kaynakların mum olduğunu vurgulanmasının ışık hızının ışık kaynağına bağlı olarak değişeceği alternatif kavramının işareti olduğunu savunmuştur. Bu soruya paralel olan ikinci soruya; ampul, mum, el fenerinden çıkan ışıkların yayılma hızı sorusuna bakıldığında bu öğrencinin ampulden çıkan ışığın daha hızlı olduğunu düşündüğü görülmüştür. Bu durumda cevabın DSAK kategorisine alınmasının uygun olacağı noktasında fikir birliğine varılmıştır. Kavram testinin ikinci aşaması açık uçlu olduğundan öğrencilerin cümlelerinin yorumlanmasını gerektirmektedir. Testin puanlandırılmasında değerlendirmeyi yapan kişinin yorumlarının önemli olması güvenilirlik sorununu ortaya çıkarmaktadır. Verilerin birden fazla kişi tarafından gözden geçirilmesi şeklindeki uygulamayla Webb (2007)'in belirttiği gibi sonuçların güvenilirliğini arttırmak amaçlanmıştır.

Profillerin oluşturulmasından sonra üç sınıfın kavramsal değişimi öncelikle testten alınan toplam puanlar üzerinden karşılaştırılmıştır. Kavramsal durumu daha detaylı incelemek amacıyla öğrencilerin verdiği cevapların benzer kategorilerde olup olmadığı irdelenmiştir. Örneğin sınıfların teste verdikleri yanıtların DSTA veya YSAK gibi kategoriler açısından benzerlik gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Bu karşılaştırmalar kavram testinin ön, son ve gecikmiş test uygulamaları için yapılmıştır. Işık Ünitesi Kavram Testi'nden elde edilen toplam puanların sıralama, sorulara verilen yanıtların dokuz kategoriye ayrılmasının sınıflama ölçeği olması, verilerin sayımla elde edilmesi, çalışma gruplarının 22 kişilik olması nonparametrik testlerin kullanılmasını gerektirmiştir. Üç grup arasında karşılaştırma yapılması nedeniyle Kruskal-Wallis Test uygulanmıştır (Shavelson, 1988). Sınıfların süreç boyunca kendi içinde nasıl bir değişim gösterdiğinin takibi için öncelikle ön, son ve gecikmiş testten elde edilen ortalama puanların değişimi grafik halinde gösterilmiştir. Bu değişimin anlamlı olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile değerlendirilmiştir. Analizler SPSS 17 programı ile yapılmıştır.

Öğrencilerin hangi soruda daha fazla alternatif kavramlara sahip olduklarını, çalışma kapsamında yürütülen üç farklı uygulamanın bu kavramların giderilmesine sağladıkları katkıları ortaya çıkarmak üzere her bir soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Dokuz kategoriden DSAK ve YSAK

öğrencilerin yanıtlarında spesifik alternatif kavramların yer aldığını göstermektedir. Bu nedenle her bir soruda bu iki kategoriye ait frekans ve yüzdeler önce ayrı ayrı gösterilmiştir. Ayrıca iki kategorinin toplamı üzerinden frekans ve yüzdeler verilmiştir. Bu analizler üç sınıf arasında ön, son ve gecikmiş testte alternatif kavramalara sahip öğrencileri karşılaştıracak şekilde tablolaştırılmıştır. Ayrıca grupların kendi içindeki değişimini takip etmek amacıyla her bir grubun ön, son ve gecikmiş test sonuçları karşılaştırılmıştır. Bütün bunlara ek olarak test maddelerinin açık uçlu bölümünde sıklıkla karşılaşılan alternatif kavramlardan alıntılar yapılarak öğrencilerin zihinlerindeki bilimsel olmayan açıklamalar örneklendirilmiştir.

2.5.3. Işık Ünitesi Başarı Testi'nin Analizi

Bu veri toplama aracı uygulamaların öğrenci başarısına nasıl yansıdığını tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Testte her doğru yanıt 1, yanlış yanıt 0 puan verilmiştir. Her bir öğrencinin doğru yanıt verdiği sorular toplanarak testten elde ettiği puan hesaplanmıştır. 27 sorudan oluşan testten alınacak puanlar 0 ile 27 arasında değişmektedir. Çalışmanın örneklemini rastgele seçilmediği, veriler iki seçenekli durumdan oluştuğu ve sayımla elde edildiğinden dolayı nonparatmetrik testler kullanılmıştır (Çepni, 2007). Öğrenim öncesinde üç grubun Işık ünitesinde mevcut durumlarının benzer olup olmadığı, uygulamalardan hemen sonra üç farklı kitap setinden hangisinin başarıya daha pozitif katkılar sağladığı, iki ay sonra ise hangi materyallerin etkilerinin daha kalıcı olduğunu tespit etmek amacıyla gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Üç grup arasındaki karşılaştırmalar ANOVA testinin nonparatmetrik testlerdeki karşılığı olan Kruskal-Wallis Test ile yapılmıştır. Ayrıca her bir sınıfın kendi içindeki değişimini görmek amacıyla sınıfların ön, son ve gecikmiş testten elde edilen ortalama puanlar grafik halinde sunulmuştur. Sınıfların süreç boyunca kendi içindeki değişiminin anlamlı olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile değerlendirilmiştir. Öncelikle uygulamaların başarı üzerinde önemli etkiler yaratıp yaratmadığını tespit etmek amacıyla her bir grubun ön ve son testleri karşılaştırılmıştır. Son testte elde edilen kazanımların kalıcı olup olmadığı ise son ve gecikmiş test sonuçlarının karşılaştırılması ile tespit edilmiştir.

2.6. Hazırlık Aşaması

Öncelikle ünitenin öğretiminde kullanılacak materyaller geliştirilmiş daha sonra uygulamayı yürütecek öğretmenlerin eğitimi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalarda yapılan çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

2.6.1. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

Bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar, bu yaklaşımlara dayalı etkinlikler literatürden incelenmiştir. Bu inceleme ile bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin hangi özellikleri taşıması gerektiği tespit edilmiştir. Gruplardan birinde bilimin doğasının öğretiminde KDM kullanılacağından, kavramsal değişim yaklaşımı ve özellikle KDM tekniği ile ilgili literatür incelenmiştir. Böylelikle çalışmada kullanılacak KDM'nin taşıması gereken özellikler tespit edilmiş, nasıl bir formatta hazırlanacağına karar verilmiştir. KDM'ne yansıtma üzere çalışma kapsamında ele alınacak bilimin doğası unsurları ile ilgili alternatif kavramlar literatürden tespit edilmiştir. Bilimin doğası Işık ünitesi bağlamında öğretileceğinden, Fen ve Teknoloji Öğretim Programlarının 4–7. sınıf Işık ünitesine ilişkin bölümleri incelenmiştir. Öğrencilerin ele alınacak üniteye daha önceki sınıflarda neler öğrendikleri, 7. sınıf düzeyinde neleri öğrenmeleri gerektiği tespit edilmiştir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik ve KDM'de bilimin doğasının hangi unsurunun Işık ünitesi kazanımlarından hangisine entegre edileceğine karar verilmiştir.

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik ve KDM'leri geliştirilmiştir. Mümkün olduğu kadar KDM ve bilimin doğası etkinliklerinin ünitenin aynı konu ve kazanımında olmasına özen gösterilmiştir. Örneğin bilimin doğasının sosyal unsuru Işık ünitesinin mercekler alt başlığında, merceklerin kullanım alanları kazanımında ele alınmıştır. Galileo'nun Güneş merkezli evren sistemini keşfi konu edinilmiştir. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliğinde öğrencilere bilimin sosyal unsuru ile ilgili düşünceleri sorulmamış, bu unsura ilişkin yanlış düşünceler, bu düşüncelerin niçin yanlış olduğu üzerinde durulmamıştır. Bilimin doğası KDM'de öncelikle öğrencilere bir soru yöneltilmiş, mevcut düşünceleri ortaya çıkarılmıştır. Yanlış düşünceler ve gerekçeleri açıklanmıştır. Bunu doğru düşüncelerin gerekçeleri ile açıklanması takip etmiştir. Başka bir ifade ile kazanım ve konu sabit tutulmuş sadece öğretim yaklaşımı değiştirilmiştir. Bu yolla ortaya çıkan sonuçların diğer faktörlerden değil de öğretim yaklaşımından

kaynaklanıp kaynaklanmadığının daha iyi anlaşılabilceğı düşünölmüştür. KDMnin bazıları bilimin doğasının yanı sıra aynı zamanda ışık ünitesindeki alternatif kavramları da kapsamaktadır. Örneğın KDM “Hangi Işık Daha Hızlı?” hem bilimin deneysel unsurunu hem de ışığın yayılma hızının ışık kaynağından bağımsız olduğunu ele almaktadır. “Nasıl Görürüz?” adlı KDM ise bilimin geçici unsurunu cisimleri nasıl gördüğümüzü konu edinerek açıklamaktadır. Bu nedenle bilimin geçici unsurunun yanı sıra görmenin nasıl gerçekleştiğı konusundaki alternatif kavramların giderilmesine de katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Diğer grupta da bilimin doğası etkinlikleri ışık ünitesindeki alternatif kavramların giderilmesine katkı sağlayabilecek şekilde hazırlanmıştır. Örneğın bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsurunu ele alan “Bilye” etkinliğı aynı zamanda ışığın hızı asla değişmez alternatif kavramını gidermeye yardımcı olabilecek özelliktedir. “Beyaz” adlı etkinlik ise hem bilimin doğasının deneysel unsuruna vurgu yapmakta hem de beyaz ışığın bütün renklerin içerdığını kavratmayı amaçlamaktadır.

Hazırlanan etkinlikler bilimin doğası alanında uzman iki kişiye inceletilmiştir. Uzmanların her ikisi de fen eğitimi alanında öğretim üyesidir, bilimin doğası alanında tez hazırlamış veya tez danışmanlığı yapmışlardır ve alanda yayınlanmış çalışmalara sahiplerdir. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Örneğın; Fen bilimlerinin ne olduğu ile ilgili doğru bir bakış açısı geliştirmeye çalışan “Işığı Tanıyalım” KDM/etkinlikte fen bilimlerinin gözlem ve deneylere dayalı olduğu ifade edilmiştir. Uzmanlar bu açıklamanın yeterli olmadığını gözlem ve deneylere dayalı olmanın esasen verilere/delile dayalı olmak anlamına geldiğini belirtmişlerdir. Bu açıklamaların ilave edilmesini istemişlerdir. “Işığı Tanıyalım” adlı KDM/etkinliğe yönelik diğer bir eleştiri de ünite içerisindeki yerine yönelik olmuştur. Uzmanlardan biri bu KDM/etkinliğe ünitenin en sonunda yer verilmesinin daha uygun olacağı yönünde görüş bildirmiştir. Bu nedenle KDM ünite sonuna kaydırılmıştır. Bilimin doğası unsurlarından gözlem ve çıkarım arasındaki farkın ayırt edilmesini amaçlayan “Bil Bakalım Ben Neyim?” KDM/etkinliğinde uzmanlar çıkarım kavramının öğrenciler tarafından anlaşılmayabileceğine dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle “etkinlikte duyu organlarınız ile doğrudan gözlemleyemediğiniz halde mevcut verilerden yola çıkarak ileri sürdüğünüz düşünceler” şeklinde parantez içi açıklama yapılmıştır. Uzmanlar hazırlanan etkinlik ve KDMnin doğrudan yansıtıcı yaklaşım felsefesine uyumlu bir yapı sergilediğı görüşündedirler. Bununla birlikte yaklaşımın doğrudan bölümünde öğretmenin bilimin doğası unsurlarını sınıfta öğretmesi yani amaçlı bir şekilde ele alması, yansıtma denince

öğrencilerin öğrendikleri bilimin doğası unsuru hakkında açıklamalar yapması ve görüşleri ileri sürmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır. Sınıfta uygulanan bilimin doğası etkinlikleri ve KDM sonrasında öğretmenin önderliğinde sonuca varalım tartışmalarının yapılmasının bu hususların kuvvetlendirilmesine katkı sağlayacağına inanılmıştır. Bu tartışmalar sırasında hem doğrudan öğretim koşulunun sağlanması hem de öğrencilere yansıtılarda bulunma olanağının sağlanması noktasında neler yapılabileceği (ne tür örnekler verilebilir, hangi sorular sorulabilir vb.) öğretmen kılavuz kitaplarında açıklanmıştır.

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ve KDMnin hazırlanması tamamlandıktan sonra öğrenci ders ve çalışma ile öğretmen kılavuz kitaplarının hazırlanmasına geçilmiştir. 2004 yılı program çalışmaları sonrasında MEB öğretimde Yapılandırmacı öğrenme teorisinin 5E modelini kullanmaktadır. Bu nedenle Işık ünitesi kazanımlarının bazılarının tek olarak, birbiri ile ilişkili olanlarının ise bir arada (birbiri ile ilişkili iki veya üç kazanım) ele alınarak 5E modeline uygun olarak öğretimlerinin sağlandığı öğrenci ders ve öğrenci çalışma kitapları hazırlanmıştır. Bilimin doğası etkinlikleri ve KDM ilişkili oldukları kazanımların öğretimi sırasında uygun oldukları keşfetme, açıklama, derinleştirme veya değerlendirme aşamalarından birine konunun akışını bozmamaya özen göstererek, bir bütünlük arz edecek şekilde yerleştirilmişlerdir. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğretildiği grupta etkinlikler öğrenci ders veya öğrenci çalışma kitabında yer alırken, KDM öğretmen tarafından sınıfta dağıtılacak şekilde hazırlanmıştır. Öğrenci ders ve çalışma kitaplarının hazırlanmasından sonra öğretmen kılavuz kitapları hazırlanmıştır. İki deney grubunda uygulanmak üzere iki kitap seti (öğrenci ders, öğrenci çalışma ve öğretmen kılavuz) kullanıma hazır hale getirilmiştir. Fen ve Teknoloji öğretim programlarının ölçme ve değerlendirme anlayışında performans görevleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle ünite kazanımları ile ilişkili bilimin doğası unsurlarının öğretilmesine katkı sağlayacak bir performans görevi ve bu görevin değerlendirilmesinde kullanılacak analitik rubrik tasarlanmıştır. Ünite kazanımlarının öğretilmesine katkı sağlayacak bazı ek materyallerde hazırlanmıştır. Örneğin kırmızı, mavi ve yeşil ışığın çakışması ile oluşacak renkler ile ilgili bilgisayar oyunu “Rengi Bul” hazırlanmıştır (Ek 4). Oyunda bazı renkler verilmekte, eksik kalan bölgelerin hangi renkteki ışığa ait olduğunun bulunması istenmektedir. Bu oyun ile öğrencilerin etkinlik yaparak ulaştıkları sonuçları bilgisayar ortamında eğlenceli bir şekilde tekrar etmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin ışığın kırılması sonucu oluşan olayları, tam yansımayı, serap olayını açıklamada kullanacakları power point sunum hazırlanmıştır.

Öğretimde kullanılacak materyallerin tamamlanmasından sonra, uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli yasal izinler alınmıştır (Ek 5). Çalışmada kullanılacak öğretim materyallerinin hazırlanması ve gerekli yasal izinlerin alınmasından sonra pilot uygulama öncesinde, uygulama öğretmenleri belirlenmiş ve öğretmenlere yönelik eğitimler yapılmıştır.

2.6.2. Öğretmenler ile Yapılan Çalışmalar

Hazırlanan öğretim materyallerini uygulayacak öğretmenler ile pilot uygulama öncesinde üç hafta süren ön hazırlıklar yapılmıştır. Bu hazırlıklar öğretmenlerin görev yaptıkları başka bir ifade ile uygulamanın gerçekleştirildiği okulda yürütülmüştür. Bu çalışmalar sırasında öncelikle okulun laboratuvar koşulları, bilgisayar sınıfı gibi fiziki şartları hakkında bilgiler edinilmiştir. Bu bilgiler materyallerin nasıl uygulamaya koyulacağı bakımından önem taşımaktadır. Örneğin laboratuvarda sabit bir bilgisayar ve projeksiyon cihazı bulunmamakta, gerekli olduğu durumlarda bilgisayar formatör öğretmeni tarafından laboratuvara kurulmaktadır. Laboratuvara ait sabit bir tepegöz bulunmaktadır. Bu nedenle KDM ve öğrenci çalışma kitabında yer alan kavram haritası, yapılandırılmış grid vb. etkinliklerin CD şeklinde değil de asetat ile sınıfa sunulacak şekilde hazırlanmıştır. Power point sunumların yapılacağı derslerde ve Rengi Bul oyununda formatör öğretmen ile işbirliği içinde çalışılması planlanmıştır. Ayrıca hazırlanan kitap setlerinde yer alan deneylerde gerekli malzemelerin laboratuvarda bulunup bulunmadığı gözden geçirilmiştir. Eksik malzemeler temin edilerek laboratuvara yerleştirilmiştir.

Bu aşamada yapılan çalışmaların en önemlisi öğretmenlerin eğitimidir. Öğretmenlerin eğitimi üç oturumda yapılmıştır. Bu oturumlar haftada bir gün, yaklaşık iki saat olarak gerçekleştirilmiştir. İlk iki oturum iki öğretmen ile birlikte, son oturum ise öğretmenler ile bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda öğretmenlere bilimsel okuryazarlık, bilimin doğası ve bilimin doğası unsurları konularında sunum yapılmıştır. İlk oturumun sonunda öğretmenlere kılavuz kitapları verilmiştir. Bir hafta sonra ikinci oturum yapılmıştır. Bu oturumda bilimin doğasının öğretiminin önemi, gerekçesi ve sağlayacağı yararlar üzerinde durulmuştur. Öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları bilimsel olmayan düşüncelere örnekler verilmiştir. Bilimin doğasını öğretme yaklaşımlarından isim olarak söz edilmiş ayrıntılara girilmemiştir. Çalışmada kullanılacak yaklaşımların hangileri

olduğu belirtilmiştir. Hangi öğretmenin hangi materyali uygulayacağı öğretmenlerin kendi istekleri doğrultusunda tespit edilmiştir. Üçüncü oturumda öğretmenler ile bireysel olarak çalışılmış, kendi uygulayacakları yaklaşım hakkında derinlemesine ve örnek etkinlikler üzerinden bilgilendirilmişlerdir. Bu yolla uygulamayı yapacak öğretmenin sadece kendi yaklaşımını bileceğine, öğretim esnasında zaman zaman diğer yaklaşımlara kaymasının önüne geçileceğine inanılmıştır. Yansıtıcı yazıların ne olduğu, araştırma açısından önemi de son oturumun konularından olmuştur. Ayrıca ünitenin öğretimi sırasında da öğretmenlere sürekli destek olunmuştur. Öğretmenler her dersten sonra bir sonraki derste özellikle bilimin doğası etkinlik ve KDMnde neler yapılacağını kılavuzdan incelemenin yanı sıra kendilerine sözel olarak da anlatılmasını istemişlerdir. Pilot uygulama süresince öğretmenlerin bu isteği yerine getirilmiştir. Bilimin doğası öğretiminde öğretmenlere sadece teorik bilgilerin verildiği, kısa süreli eğitimlerin yeterli olmadığı bilinmektedir. Bu çalışmada pilot uygulamayı yapan öğretmenler ile asıl uygulamaya devam edilerek bu sorun aşılmaya çalışılmıştır.

Öğretmenlerden biri, ünitenin her bir alt bölümü tamamlandığında, o bölümdeki alternatif kavramların bir kartona yazılarak panoya asılmasını böylelikle kavram panosu oluşturulmasını önermiştir. Alternatif kavramların giderilmesinde bilgilendirici yazı, öğretmenin anlatımı vb. geleneksel yöntemlerin çok fazla etkili olmadığı, bu nedenle öğrencilerin aktif olmasını sağlayacak uygulamalara ihtiyaç olduğu hatırlatılmıştır. Alternatif kavramların öğretmen tarafından yazılıp panoya asılması yerine öğrencilerin hazırlayacağı şiir, karikatür, resim, bulmaca, bilmece vb. etkinliklerden oluşan kavram panosunun daha faydalı olacağına araştırmacı ve uygulama öğretmenleri tarafından inanılmıştır. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretildiği grupta Işık ünitesi kavram panosu, doğrudan yansıtıcı yaklaşım KDM grubunda Işık ünitesi kavram panosuna ek olarak bilimin doğası kavram panosunun hazırlanmasına karar verilmiştir.

2.7. Pilot Uygulama

Hazırlanan materyallerin uygulanabilirliğini test etmek, eksik ve aksayan yönlerini tespit ederek gerekli düzeltmeleri yapabilmek amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Materyallerin pilot uygulaması 2008–2009 eğitim öğretim yılının bahar döneminde

Yıldızlı TOKİ İÖÖ’ünde yapılmıştır. Pilot uygulamada tespit edilen noktalar ve yapılan düzenlemeler aşağıda özetlenmiştir.

2.7.1. Çalışma Takvimi

Ünitenin öğretimine başlamadan bir hafta önce ön testler uygulanmıştır. Her bir veri toplama aracının bir ders saatinde tamamlandığı belirlenmiştir. Asıl uygulamada ünitenin öğretimine başlamadan en az iki hafta öncesinde ön testlerin uygulanmaya başlanması gerektiği tespit edilmiştir.

Ünite dört alt bölümden oluşmaktadır. Her bir alt bölümün öğretim programlarında önerildiği gibi dört ders saatinde tamamlanması planlanmıştır. Ünitenin zaman analizi Tablo 16’da görülmektedir.

Tablo 16. Ünite zaman analizi

Ünite Bölümü	Planlanan Zaman	Pilot Uygulama	Asıl Uygulama Planlaması
1. Bölüm Işığın Soğurulması	4 Ders Saati	4 Ders Saati	3 Ders Saati
2. Bölüm Renkler Nasıl Oluşur	4 Ders Saati	6 Ders Saati	5 Ders Saati
3. Bölüm Işığın Kırılması	4 Ders Saati	6 Ders Saati	6 Ders Saati
4. Bölüm Mercekler	4 Ders Saati	4 Ders Saati	4 Ders Saati

Not: Her bir ders saati 40 dakikadır.

Pilot uygulamada ışığın kırılması ve renkler ile ilgili bölümler planlandığı gibi dört ders saatinde değil de grupların hepsinde altı ders saatinde tamamlanabilmiştir. Bu iki bölüm diğer iki bölümden daha fazla sayıda kazanım içermektedir. Ayrıca bu bölümlerde kırılma, tam yansıma, renklerin oluşumu gibi öğrenciler tarafından anlaşılması güç konular yer almaktadır. Öğretim programlarında şartlara göre ünitelere ayrılan zamanlarda %10 (+ veya -) değişiklikler yapılabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle ünitenin en fazla on sekiz ders saatinde tamamlanması diğer bir ifadeyle asıl uygulamanın pilot uygulamaya göre iki ders saati azaltılması gerekmektedir. Ünitenin ilk bölümü soğurulma, cisimlerin rengi ve ışığı soğurmaları arasındaki ilişki gibi diğer bölümlere göre öğrenciler tarafından anlaşılması daha kolay konuları içermektedir. Bu nedenle ünitenin ilk bölümüne ayrılacak süre dört ders saatinden üç ders saatine indirilmiştir. Diğer bir ders saatinin ise üç ve dördüncü bölümlere göre daha az sayıda kazanım içeren renkler bölümünden azaltılmasına

karar verilmiştir. Üçüncü bölüm en çok kazanımın yer aldığı, buna ek olarak özellikle kırılma diyagramlarının çizilmesi, tam yansıma gibi öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği konuların bulunduğu kısımdır. Bu nedenle asıl uygulamada bu bölümün pilot uygulamada olduğu gibi altı ders saatinde işlenmesine karar verilmiştir. Mercekler bölümü pilot uygulamada olduğu gibi dört saat olarak planlanmıştır. Bu zamanlama konusunda öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Öğretmenler pilot uygulamada deneyim kazandıklarını bu nedenle planlanan zaman dilimlerinin kendileri için uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

2.7.2. Bilimin Doğası Etkinlikleri ve KDMnde Yapılan Değişiklikler

Deney gruplarının her ikisinde bilimin doğasını öğretmeye yönelik on bir etkinlik veya KDM bulunmaktadır. Bunlardan altı tanesi ortak, beşer tanesi ise gruplara özeldir. Pilot uygulamada bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğretildiği grupta, bilimin doğasının deneysel unsuru ile gözlem ve çıkarım arasındaki farka odaklanan etkinliklerin “Sonuca Varalım” bölümlerinin tablolu hale getirilmesinin faydalı olacağı belirlenmiştir. Örneğin Prizma adlı etkinlikte yapılan deney ile ilgili soruların cevabı hazırlanan tabloya yazıldığında bilimin doğası unsurunun anlaşılması daha kolay olmaktadır. Öğrenciler gözlem sonuçlarını ve gözlemlere dayalı olarak yaptıkları çıkarımları tablonun ayrı sütunlarında görmekte, böylelikle gözlem ve çıkarım arasındaki farkı daha kolay anlayabilmektedirler.

Bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsurunu öğretmeye çalışan “Bilye” deney gruplarının ikisi için ortaktır. Öğrenciler bilim inanlarının çalışacakları konuyu seçerken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ancak sonuca varmada hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılamayacağına inanmaktadırlar. Bu nedenle bir bilimsel çalışmanın hangi aşamalarının hayal gücü ve yaratıcılık gerektirdiğinin tartışılması amacıyla sonuca varalım bölümüne bir soru ilave edilmiştir. Öğretmen kılavuz kitabında bu noktaya dikkat çekilmiştir.

Her iki deney grubunda “Olay Yeri İnceleme” etkinlik /KDM yer almaktadır. Bu etkinlik/KDM bilimin doğasının gözlem ve çıkarım arasındaki fark, öznel, geçici unsurlarının öğretimine hizmet etmektedir. Bu etkinlik/KDM sonuca varalım bölümündeki soruların sıralamasının uyumlu olmadığı dikkati çekmiştir. KDMnin giriş bölümünde bilimin doğasının geçici unsuruna ağırlık verildiğinden sonuca varalım bölümünde bu

unsur ile başlamanın uygun olacağı düşünülmüştür. Öğrenciler aynı resimlerden farklı sonuçlar ileriye sürdüklerinden ikinci olarak öznel unsurun ele alınmasına karar verilmiştir. Özneliğin çıkarımlardaki farklılıklardan kaynaklanabileceği noktasından hareket ile gözlem ve çıkarım arasındaki farkın en son ele alınabileceği düşünülmüştür. Böylelikle sonuca varalım bölümü bilimin doğasının geçici, öznel ve en son olarak ise gözlem ve çıkarım arasındaki farka odaklanan yapıda düzenlenmiştir.

Pilot uygulamada KDM açısından dikkati çeken en önemli nokta şu olmuştur: Hazırlanan KDMnde yanlış düşünce ve bu yanlış düşüncelerin nereden kaynaklandığı, doğru düşünce ve doğru düşüncelerin sebeplerinin yer aldığı tablolar bulunmaktadır. Tablolarda yanlış/doğru düşünceler ve gerekçelere ayrı sütunlar halinde bulunmaktadır. İlk iki KDMnin uygulanışında yanlış düşünceler ve sebepleri, doğru düşünceler ve sebepleri okunmuştur. Ancak bu uygulama tarzının zaman sıkıntısı yarattığı gözlemlenmiştir. Diğer KDMnin uygulanışında yanlış ve doğru düşüncelerin sebeplerinden en önemli ve dikkat çekici olanları bir cümle özetlenmiştir. Bu uygulama ile zamandan tasarruf sağlanmış ve sonuç bölümü üzerinde daha fazla durulabilmiştir. Asıl uygulamada yanlış ve doğru düşünce tabloları bu gözlemler doğrultusunda tekrar düzenlenmesine karar verilmiştir.

KDMnde öncelikle öğrencilere bir soru yöneltilmekte ve düşüncelerini yazmaları istenmektedir. Öğrencilerin bu bölüme verdikleri cevaplar onların sahip oldukları alternatif kavramları ortaya çıkaran veri toplama araçları gibidir. Pilot uygulamada öğrencilerin verdikleri yanıtlardan tespit edilen doğru olmayan düşünceler asıl uygulamada KDMnin yanlış düşünceler bölümüne ilave edilmiştir. Örneğin pilot uygulamada “Işığı Tanıyalım” KDM’inde öğrenciler fen bilimlerini şöyle tanımlamışlardır: Kimyasal ve fiziksel değişimlerdir, deney yapmaktır, fizik kimya ve biyolojidir. Asıl uygulamada KDMnin yanlış düşünceler kısmına öğrencilerin bu cevapları eklenmiştir.

KDM ilk bölümde yöneltilen soruya ilişkin düşünceler yazıldıktan sonra bir iki öğrenciye söz hakkı verilerek cevaplarını sınıfla paylaşması istenmiştir. Bazı öğrencilerin bu sırada kendi yazmış oldukları düşünceleri silip, arkadaşlarının söylediği cevapları yazdıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle düşüncelerin yazılması tamamlandıktan sonra kağıtların toplanıp daha sonra düşüncelerin sınıfla paylaşılmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür.

KDM ilk bölümlerinde yer alan sorularda da bazı düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin bilimin deneysel unsurunu ele alan Kanıtlar ve Bilgiler adlı KDM’inde “Deneyler yoluyla

bilgi elde etmenin amaçları neler olabilir?” sorusu “Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir?” olarak değiştirilmiştir.

Bazı KDMne eklemeler yapılmıştır. Örneğin bilimsel bilgilerin değişebilir olmasını ele alan “Nasıl Görürüz?” KDMne televizyon, bilgisayar gibi ışık kaynağı olan cisimlerin nasıl görülebildiği eklenmiştir. Çalışma kapsamında uygulanan KDM ve bilimin doğası etkinlikleri Ek 6 ve Ek 7’de verilmiştir.

2.7.3. Yansıtıcı Yazılarda Yapılan Değişiklikler

Yansıtıcı yazılar hem öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirmelerini sağlayacak öğretim materyalleri hem de veri toplama araçlarıdır. Yansıtıcı yazılar ilk hazırlandıklarında öğrencilerin bilimin doğası unsurları ve ışık konusu ile ilgili öğrendiklerinin yanı sıra bilimin doğası etkinlik/KDM ilişkin görüşlerini de almayı hedeflemiştir. Ancak pilot uygulamada öğrencilerin öğretim materyalleri ile ilgili sürekli olumlu görüşler yazdıkları, genellikle benzer cümleleri kullandıkları, eleştirilerde bulunmadıkları görülmüştür. Öğretim materyallerinin eksiklerini veya olumsuzluklarını ortaya çıkarmaya yönelik ifadelere rastlanmamıştır. Bu nedenle etkinliklere yönelik düşünceler kısmı yansıtıcı yazılardan çıkarılmıştır. Yansıtıcı yazı kağıtlarına örnekler Ek 8’de verilmiştir.

2.7.4. Öğrenci Ders ve Çalışma Kitaplarında Yapılan Değişiklikler

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik ve KDM zenginleştirilen kitap setlerinin bilimin doğası haricindeki diğer bölümleri birbiriyle ortaktır. Örneğin yansıma ve kırılma arasındaki benzerlik ve farklılıklar, ince ve kalın kenarlı merceklerde ışığın kırılmasında ders ve çalışma kitabı etkinlikleri her iki grubun kitaplarında özdeştir. Bu nedenle sadece ışık ünitesi kazanımları için yapılan değişiklikler her iki grup içinde geçerlidir.

Ünitenin üçüncü bölümünde kırılan ışının gözlemlenerek ortamların yoğunluklarının karşılaştırılması kazanımı için hazırlanan öğrenci çalışma kitabı “En Yoğun Ortam Hangisi” etkinliğine b bölümü eklenmiştir. Eklenen bölüm ile yoğunluklar sıralandıktan

sonra ışığın hızlarının sıralanması istenmiştir. Bu düzenleme ile etkinlik ortama bağlı olarak ışık hızının değiştiği kazanımını da kapsar hale gelmiştir.

Öğrenci çalışma kitabında bulunan “Kutucuklara Bak Cevabı Bul” etkinliğinin doğru yanıtlarının öğretmen kılavuz kitabında hatalı verildiği görülmüş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Öğrenci çalışma kitabı “Koy Sepete” etkinliğinde de benzer durum yaşanmıştır.

Öğrenci çalışma kitabı “Kutucuklarla Düşünelim” etkinliğinde ince ve kalın kenarlı mercekte kırılmanın hatalı çizildiği belirlenmiştir. Yapılan bilimsel hata düzeltilmiştir.

Ünitenin birinci bölümünde “Araştıralım Hazırlanalım” bölümünde öğrencilerin güneş fırını, güneş kolektörü, güneş paneli ve güneş pili hakkında bilgi toplamaları istenmektedir. Uygulama öğretmenlerinde biri bu konuda radyometrenin de önemli olduğunu belirtmiştir. Bu öneri ilgili bölüme eklenmiştir.

Ünitenin ikinci bölümünde insan gözünün fark edemediği ışınların öğrencilere araştırma görevi olarak verilmesi ve sınıfta sunmaları şeklinde araştırılabilir hazırlanabilir ödevi tasarlanmıştır. Ancak zamanı etkili kullanmak adına bu kazanımın açıklama basamağı öğretmen tarafından yapılmıştır. “Araştıralım Hazırlanalım” bölümü kitaplardan çıkartılmıştır. İnsan gözünün algılayamadığı ışınlar ve kullanım alanları ile ilgili bilgilerin fotokopi ile çoğaltılarak öğrencilere dağıtılmasına karar verilmiştir.

Ünitenin üçüncü bölümünde öğrencilerin ışığın bir hızı olması gerektiğini fark ettirmek amacıyla hazırlanan resimlerden birinin arzulanan amaca hizmet etmediği gözlemlenmiştir. Resimde güneş altında top oynarken terlemiş çocuklar bulunmaktadır. Öğrenciler resimdeki çocukların ışığın etkisi ile değil de koştukları için terlediklerini ifade etmişlerdir. Bu nedenle resim plajda güneşlenen insanlar olarak değiştirilmiştir.

Işığın kırılması deneylerinde ışık ışınlarının daha kolay gözlemlenebilmesi için su dolu bir kabın üzerine başka bir kap geçirilmesi, bu kaptan açılacak küçük bir delik ile içerisinin duman ile doldurulması şeklinde tasarlanmıştır. Ancak pilot uygulamada, öğretmenler süt ile suyun bulandırılmasının daha pratik bir yol olduğu düşüncesiyle deneyleri süt kullanarak yapmışlardır. Deneylerdeki değişiklikler kitaplara yansıtılmıştır. Ayrıca ışığın kırılması ile açıklanabilecek olaylardan biri olan, bir sıvı içindeki cismin sıvı yüzeyine yakın bir noktada görülmesi ile ilgili bir deney tasarlanmıştır. Bu deneyde aynı zamanda sıvının yoğunluğunun artması ile cismin daha yukarıda görülmesi gözlemlenebilmektedir.

Ünitenin mercekler ile ilgili bölümünde teknolojik tasarım döngüsünü kullanarak gözlem aracı hazırlama kazanımı için teleskop yapımı etkinliği tasarlanmıştır. Teleskop yapımında 1,5 litrelik su şişesi kullanılması önerilmiştir. Ancak laboratuardaki büyüteç şişenin tabanına küçük gelmiştir. Bu nedenle yarım litrelik su şişesi ile etkinlik yapılmıştır. Etkinliğin yapımında, su şişesinin etrafı alt taraftan çıkan parça ile kaplayalım yönergesi verilmiştir. Ancak bu durumda yanlardan da ışık gelmiş ve gözlemlenemedi verim alınamamıştır. Su şişesinin etrafına alüminyum folyo kaplanarak teleskop yapılmıştır. Bu değişiklikler öğrenci ders ve öğretmen kılavuz kitaplarına yansıtılmıştır.

2.8. Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyallerinin Tanıtılması

Pilot uygulama sırasında tespit edilen eksiklik ve aksaklıklar giderilerek, materyaller asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Materyaller ve kullanımları aşağıda açıklanmıştır.

2.8.1. Bilimin Doğası KDMnin Tanıtılması

KDMni çok değişik formatlarda hazırlamak mümkündür. Bu çalışmada bilimin doğasını öğretmek amacıyla hazırlanan KDMnin etkili olabilmesi için literatürde belirtilen noktalar göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin Hynd (2001) göre; kavramsal değişim metinlerinde öğrencilerin yeni sunulan duruma inandırılması üç yol ile sağlanabilmektedir. Bunlardan ilki tek taraflı formdur. Bu formda mesaj sunulur ancak karşıt görüşlerin yer aldığı tartışmalar yapılmaz. İkinci form iki taraflı, çürütme olmayan formdur. Bu formda konunun iki yönü sunulur yazar bunlardan birini tercih eder. Ancak yanlış olan düşüncenin niçin yanlış olduğu üzerinde durulmaz. Üçüncü form ise çürütme tartışmasıdır. Bu tür kavramsal değişim metinlerinde konu ile ilgili mesajlar sunulur ve tercih edilenin gerekçeleri verilir. Diğerinin neden yanlış olduğu belirtilir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin üçüncü formdaki metinleri tercih ettiğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan kavramsal değişim metinleri üçüncü forma uygun olarak geliştirilmiştir. Guzzetti vd. (1995) özellikle okuma ve yazma güçlüğü çeken öğrencilerde kavramsal değişim metinlerinin etkilerinin sınırlı olduğuna dikkat çekmektedirler. Bu nedenle hazırlanan kavramsal değişim metinlerinin her bölümünde görsel unsurlar kullanılmıştır. Böylelikle öğrencilerin ilgisinin çekilebileceği ve metni okumaya istek uyandırılabilceğine

inanılmıştır. KDMnin kolaylıkla öğretmen merkezli uygulamalara dönüşme ihtimalinin olduğu belirtilmekte ve bunun önüne geçmek için öğrencilerin kendilerinin araştırarak, deneyler yaparak sonuca ulaştıkları metinler hazırlanması önerilmektedir (Hynd, 2001). Bu çalışmada kullanılan KDMnin doğru cevaba inandırma bölümlerinde mümkün olduğu kadar etkinliklere yer verilmiş, buna ek olarak bütün KDMnde “Sonuca Varalım” soruları ile öğrencilerin hedeflenen sonuçlara kendilerinin ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Kavramsal değişim yaklaşımında en önemli noktalardan biri de Posner vd. (1982) nin belirttiği memnuniyetsizlik, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve yarar olmak üzere dört kriterin yerine getirilmesidir. Memnuniyetsizlik; öğrencilerin sahip oldukları kavramların karşılaştıkları sorunu çözmede yetersiz kaldığını fark etmeleri böylelikle mevcut kavramlarından rahatsız olmalarının sağlanmasıdır. Anlaşılabilirlik; yeni sunulacak kavramın öğrencilerin anlayacağı şekilde açık, sade ve anlaşılır olmasıdır. Mantıklılık; yeni bilginin mantıklı, kabul edilebilir, inandırıcı, kendi içinde ve öğrencilerin ön bilgileri ile tutarlı olmasıdır. Yeni kavramların ileride karşılaşılabilecek problemlerin çözümünde kullanılabilir olması, öğrenciyi yeni araştırma ve keşiflere sürüklemesi yararlılık kriteridir. Hazırlanan KDMnde bu kriterler sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan KDMnin formatı bir örnek üzerinden aşağıda açıklanmıştır.

Bölüm 1: Bu bölümde öğrencilere bir soru yöneltilmekte ve cevaplarını bırakılan boşluklara yazmaları istenmektedir. Ayrıca öğrencinin konuya dikkatini çekmek amacıyla, ele alınan bilimin doğası unsuruna yönelik resimler bulunmaktadır. Öğrencilerin bu bölüme yazdıkları cevaplar ile mevcut durumlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Aşağıda “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” kavramsal değişim metninin ilk bölümü görülmektedir.

Kavramsal Değişim Metni: Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen

Dünya üzerindeki bütün toplumlar fen bilimleri ile uğraşır. Dini inançları, yaşayış tarzları, kültür ve gelenekleri birbirinden farklı insanlar bilime katkıda bulunur. Örneğin ışığın ne olduğu ve özellikleri konusunda Hollandalı, Amerikalı, Yunan, Müslüman bilim insanları çalışmalar yapmışlardır. Acaba bilim insanlarının içinde yaşadığı toplumun kültürü, gelenek görenek, yaşam tarzı, inançları vb. bilimsel bilgileri etkiler mi? Cevabınızı aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Bölüm 2: Muhtemel alternatif kavramlar ve bu kavramların sebeplerinin neler olabileceğini gösteren tablo kavramsal değişim metnlerinin ikinci bölümünü oluşturmaktadır. Bu tabloda düşüncelerin yanlışlığından dolayı üzgün yüz ifadeleri kullanılmıştır. Tablonun altında bu düşüncelerin yanlış olduğu belirtilmektedir. Kavramsal değişim metnlerinin ilk iki bölümü memnuniyetsizlik kriterinin yerine getirilmesine hizmet etmektedir. Aşağıda “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” adlı kavramsal değişim metninin ikinci bölümü görülmektedir.

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Çoğumuza göre; bilim <u>toplumun inançlarından, geleneklerinden, yaşam tarzından vb. etkilenmez.</u> Çünkü bilimin toplumsal yaşantıdan etkilenmesi durumunda her toplumun kendine ait bilimi olacağına inanırız. Bu durumda bütün dünyada kabul edilmiş bilgilerden söz edemeyeceğimizi savunulabiliriz.
	Bilimsel bilgilerin <u>Dünya’nın her yerinde, herkes tarafından aynı biçimde algılandığını</u> düşünürüz.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır.

Bölüm 3: Bu bölümde sorunun doğru yanıtı, bu yanıtın niçin doğru olduğu ve gülen yüz ifadelerinden oluşan tablo bulunmaktadır. İkinci ve üçüncü bölümdeki tablolar karşılaştırdığında alternatif kavramlar ve bilimsel açıklama arasındaki fark açıkça görülebilmektedir. Bu yolla anlaşılabilirlik kriteri sağlanmaya çalışılmıştır. Aşağıda “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” adlı kavramsal değişim metninin üçüncü bölümü görülmektedir.

Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir.

Doğru Düşünceler	
	Bilim içinde geliştiği toplumun, geleneklerinden, dini inançlarından, yaşam tarzından, ihtiyaçlarından, yaşadığı doğal afetlerden, salgın hastalıklardan vb. etkilenir. <u>Örneğin toplumun dini inançlarına ters düşen bilimsel gelişmeler kabul görmevebilir.</u>

Bölüm 4: Bu bölümde doğru düşüncelerin ispatlanmasına yönelik etkinlikler veya okuma parçaları yer almaktadır. Bu bölüm kavramsal değişimde sağlanması gereken inandırıcılık kriterine yöneliktir. Aşağıda “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” adlı kavramsal değişim metninin dördüncü bölümü görülmektedir.

Bu doğru düşüncelerimizi bir örnek ile açıklamakta mümkündür. Orta çağda, Avrupa toplumları kilise baskısı altında yaşamaktaydı. Bu dönemde, Dünya’nın hareket etmediğine, Güneş ve diğer yıldızların Dünya’nın etrafında döndüğüne inanılmaktaydı. Bu inanışa göre; Dünya Güneş’in değil, Güneş Dünya etrafında dönmektedir. Aynı



dönemde Galilei (Galilo) adlı bir bilim insanı ilk defa teleskop kullanarak uzay gözlemleri yapmıştır. Bu gözlemler sonucunda, Dünya’nın Güneş etrafında döndüğünü açıklamıştır. Galilo’nun bu düşünceleri İncil’e ters düştüğü için, kilise tarafından mahkemeye çağırılmıştır. Galilo mahkemede, düşüncelerinden dolayı özür dilemiştir. Ancak zaman Galilo’yu haklı çıkarmıştır. Bugün Dünya’nın ve diğer gezegenlerin Güneş’in etrafında döndüğünü bilinmektedir.

Bölüm 5: KDMnin etkili olabilmesi için, metni okumanın yeterli olmadığı, metinlerin okunmasından sonra metin içinde verilen bilimsel açıklamalar hakkında tartışmalar yapılması gerektiği vurgulanmakta, buna ek olarak tartışmaların sadece kavramsal değişim metninin doğru düşüncüyü kanıtlama bölümündeki örnekler üzerinden yapılmaması gerektiğine dikkat çekilmektedir (Guzzetti, 2000). Belirtilen bu şartları sağlamak için “Sonuca Varalım” soruları hazırlanmıştır. Öğrenciler bu sorulara yanıt verdiklerinde yaptıkları etkinlik veya okudukları parçadan yola çıkarak hedeflenen sonuçları kendileri keşfedilmektedirler. Bilimin doğası unsuru veya ışık kazanımı ile ilgili tartışmalar bu bölümdeki sorular üzerinden yürütülmüştür. Sonuca varalım bölümünün son soruları doğru düşünce ile paralellik gösteren yeni örneklerin verilmesini istemektedir. Bu bölüm kavramsal değişimin inandırıcılık ve yarar kriterlerini yerine getirmektedir. “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” adlı kavramsal değişim metninin beşinci bölümü aşağıda görülmektedir.

Sonuca Varalım

1. 1600’lü yıllarda İncil’e göre Dünya ve Güneş’in hareketleri nasıldır?

.....

2. Aynı dönemde Galilo’ya göre Dünya ve Güneş’in hareketleri nasıldır?

.....

3. Galilo Dünya ve Güneş’in hareketleri ile ilgili bilgileri nasıl toplamıştır?

.....

4. Galilo niçin cezalandırılmıştır?

.....

5. Bilim bir toplumun inanç, gelenek, görenek, yaşam tarzı vb. etkilenir mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

2.8.2. Bilimin Doğası KDMnin Uygulanışı

KDM fotokopi ile çoğaltılmıştır. Her bir fotokopi kavramsal değişim metinlerin ilk bölümleri ve geriye kalan diğer bölümleri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Öğrenciler kavramsal değişim metinleri ile bireysel olarak çalışmışlardır. Öğretmen tepegöz ile yansıtarak bütün sınıfın katılımı ile metinleri uygulamıştır. Kavramsal değişim metinlerinin her birinin uygulanması yaklaşık 15–20 dakika sürmüştür.

Öncelikle KDMnin sadece ilk bölümü öğrencilere dağıtılmıştır. Böylelikle öğrencilerin KDMnin ikinci ve üçüncü bölümlerinde yer alan doğru ve yanlış cevaplardan etkilenmeden sadece kendi düşüncelerini ortaya koymaları amaçlanmıştır. Bütün öğrenciler cevaplarını yazdıktan sonra, gönüllü öğrencilerin cevaplarını sınıfla paylaşmasına fırsat verilmiştir.

KDMnin diğer bölümleri öğrencilere dağıtılmıştır. Kavramsal değişim metnlerinin dağıtılmasında öğrencilere görev verilmiştir. Yanlış düşünceler ve sebepleri okunmuştur. Bu sebeplerin yanlış olduğu vurgulandıktan sonra doğru düşünceler ve sebepleri okunmuştur. Doğru düşüncelerin ispatlanması için kavramsal değişim metnlerinin dördüncü bölümüne geçilmiştir. Bu bölüm okuma parçası şeklinde olduğunda öğrencilerin parçayı sessizce okumaları istenmiştir. Etkinlik türünde olduğunda ise öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır. Dördüncü bölüm tamamlandığında bütün sınıfın katılımı ile sonuca varalım soruları cevaplandırılmıştır. Özellikle son sorularda mümkün olduğu kadar çok sayıda öğrenciye söz hakkı verilerek tartışmalar yapılmıştır.

Hazırlanan KDMnin bazılarında bilimin doğası unsurları ışık ünitesi kazanımlarındaki muhtemel alternatif kavramlar üzerinden ele alınmıştır. Diğer bir ifade ile KDMde bilimin doğası unsuru ile ilgili bilimsel olarak doğru kabul edilen görüşler, ışık ünitesindeki alternatif kavramlar üzerinden tecrübe edilmekte veya örneklendirilmektedir. Tablo 17’de çalışmada kullanılan KDMnin hazırlanma amaçları ve ünite içerisindeki yerleri görülmektedir.

Tablo 17. Kavramsal Değişim Metnlerinin tanıtılması

Kavramsal Değişim Metni Adı	Hazırlanma Amacı	Ünite İçerisinde Yer Aldığı Bölüm
Işıktan Faydalanma	Geçici	Işığın Soğurulması
Kanıtlar ve Bilgiler	Deneysel Beyaz ışık bütün renkleri içerir	Işık ve Renkler
*Bil Bakalım Ben Neyim?	Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Öznel Geçici Beyaz ışık bütün renkleri içerir Cisimlerin renkli görülmesi	Işık ve Renkler
*Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?	Geçici Cisimlerin renkli görülmesi	Işık ve Renkler

Tablo 17'nin devamı

Hangi Işık Daha Hızlı?	Deneysel Işığın yayılma hızı ışık kaynağına bağlı değildir	Işığın Kırılması
*Bilye	Hayal gücü ve yaratıcılık Işığın yayılma hızı ortama bağlıdır	Işığın Kırılması
Benimle Aynı Fikirde misin?	Öznel Işığın yayılma hızı ortama bağlıdır	Işığın Kırılması
Nasıl Görürüz?	Geçici Cisimlerin görülmesi	Mercekler
*Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen	Sosyal	Mercekler
*Olay Yeri İnceleme	Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Öznel Geçici Cam kırıkları ve orman yangınları	Mercekler
*Işığın Tanıyalım	Fen Bilimlerini tanımlama Karanlıkta görme olayı gerçekleşmez Işığın kırılması	Mercekler

Not: * KDM ve bilimin doğası etkinlikleri gruplarında ortaktır.

2.8.3. Bilimin Doğası Etkinliklerinin Tanıtılması

Çalışmada kullanılan bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin geliştirilmesinde literatürde kullanılan etkinlikler ve vurgulanan noktalar göz önünde bulundurulmuştur. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesinde iki önemli nokta vardır. Bunlardan ilki bilimin doğası unsurlarının diğer fen kavramları gibi planlı ve amaçlı bir şekilde öğretim ortamına katılmasıdır. Bu çalışmada bilimin doğası unsurlarına vurgu yapan on bir etkinlik tasarlanmış, her bir etkinliğin amacı, nerede ve nasıl uygulamaya konulacağı planlanmıştır. Öğretmen öğrencilerin doğru sonuçlara ulaşmasında rehberlik etmiştir. Yaklaşımın felsefesinin yerine getirilmesinde ikinci nokta ise öğrencilerin öğrendikleri bilimin doğası unsurları ile ilgili açıklamalar yapmaları, örnekler vermeleri bu yolla yansıtılmalarda bulunmalarıdır. Etkinliklerden sonra “Sonuca Varalım” sorularının cevaplandırılması ve bu aşamada yapılan tartışmalar ile bu koşul yerine getirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda geliştirilen etkinliklerin doğrudan yansıtıcı yaklaşımın felsefesine uyumlu olduğu düşünülmektedir. Etkinlikler üç ana bölümden oluşmaktadır. Etkinliklerin genel yapısı aşağıda bir örnek üzerinden açıklanmıştır.

1. Bölüm: Bilimin doğası etkinliklerinin çoğunda (dokuz tanesi) öğrencilere yöneltilen bir soru veya verilen bir durumun olası sebepleri hakkında fikirleri alınarak giriş yapılmıştır. Bu bölümde öğrencilerin dikkatini çekmek ve ön bilgilerini harekete geçirmek amaçlanmıştır. Geriye kalan etkinliklerden biri yaşam öyküsü, diğeri ise verilen resimlerin tasvir edilmesi ile başlamıştır. Aşağıda bilimin doğasının deneysel unsurunu ele alan “Galileo” etkinliğinin ilk aşaması görülmektedir.

Bilimin Doğası Etkinliği: Galileo



Yandaki resimde şemsiyenin altındaki insanların terlemesinin sebebi ne olabilir? Dünyamızdan çok uzaklarda bulunan yıldızları nasıl görebiliyoruz?

Yapacağımız bir etkinlik ile bu sorulara yanıt bulalım.

2. Bölüm: Sorulara verilen cevaplardan sonra bazı etkinlikler deney, bazıları ise sunulan resimlere veya anlatılan duruma ilişkin yapılan yorumlar ile devam etmiştir. “Galileo” etkinliğinin 2. bölümü aşağıda görülmektedir.

Neler Kullanalım: Metre, saat veya kronometre, lazer ışığı, beyaz bir kağıt (Etkinliği karanlık bir ortamda yapalım.)

Nasıl Yapalım

1. Bir hareketlinin hızını nasıl hesaplıyorsunuz? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

2. Sınıfımızda mümkün olduğu kadar uzak karşılıklı iki nokta belirleyelim.

3. Bu iki nokta arasındaki uzaklığı metre ile ölçerek kaydedelim.

Alınan Yol:.....

4. İki arkadaşınızdan biri lazer ışığı, diğeri beyaz kağıdı alarak karşılıklı iki noktaya yerleşsin.

5. Arkadaşınız lazer ışığını çalışır konuma getirsin. Sizde karşı noktadaki beyaz kağıt üzerine ışığın ulaşma süresini kronometre ile ölçünüz.

Geçen Zaman:

6. Elde ettiğiniz ölçümler ile ışığın yayılma hızını hesaplayınız.

Işığın yayılma hızı:

3. Bölüm: Bu bölümde yapılan etkinlikler ile bilimin doğası arasında ilişkilerin kurulması amacıyla sonuca varalım soruları yer almaktadır. Bu sorularda bilimin doğası unsurlarına ayrıca etkinliğin özelliğine göre eğer gerekiyorsa ışık ünitesi kazanımlarına yer verilmiştir. Öğrencilerin öğrendikleri bilimin doğası unsuru ile ilgili yeni örnekler vermeleri ve örnekler üzerinden tartışmalar yapmaları ile etkinlikler son bulmaktadır. Aşağıda “Galileo” etkinliğinin sonuca varalım bölümü görülmektedir.

Sonuca Varalım

1. Yaptığınız deney sonucunda ışığın yayılma hızı ile ilgili matematiksel bir sonuç elde edebildiniz mi? Neden?

.....

2. Işığın yayılma hızını hesaplamak için nasıl çalışmalar yapılabilir?

.....

3. Fen bilimlerinde deneyin niçin önemlidir? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

2.8.4. Bilimin Doğası Etkinliklerinin Uygulanışı

Bilimin doğası etkinliklerinin bazıları öğrenci ders kitabında bazıları ise öğrenci çalışma kitabında bulunmaktadır. Konu akışı içerisinde yeri geldikçe bu etkinlikler uygulanmıştır. Bilimin doğası etkinlikleri öğretmen tarafından tepegöz ile yansıtılmış, öğrenciler de ders veya çalışma kitaplarından takip etmişlerdir. Bilimin doğası etkinliklerinin ilk bölümlerine öğrenciler bireysel olarak cevap vermişlerdir. Daha sonra öğrencilerden yanıtlarını sınıf ile paylaşmaları istenmiştir. Bu sırada öğrencilere birbirlerinin verdiği yanıtlar hakkında yorum yapma fırsatı verilmiştir. Bilimin doğası etkinliklerinin ikinci aşamasında öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır. Sonuca varalım sorularını önce öğrenciler bireysel olarak cevaplandırmışlardır. Sonrasında öğretmenin rehberliğinde bütün sınıf tartışması şeklinde sorular ele alınmıştır. Öğrencilerin kendi yazdıkları cevapları gözden geçirmeleri eksiklerini tamamlamaları ve hatalarını düzeltmeleri istenmiştir. Ünite boyunca kullanılan bilimin doğası etkinlikleri, bu etkinliklerin amacı ve ilişkili oldukları konular Tablo 18’de özetlenmiştir.

Tablo 18. Bilimin doğası etkinliklerinin tanıtılması

Bilimin Doğası Etkinliğinin Adı	Hazırlanma Amacı	Ünite İçerisinde Yer Aldığı Bölüm
Metal Kaşıklar	Deneysel (Deneylerin amacı)	Işığın Soğurulması
Renk ve Isı	Deneysel (Deneylerin önemi)	Işığın Soğurulması
Beyaz	Deneysel (İleri sürülen fikirlerin bilimselliğine nasıl karar verilir?) Beyaz ışık bütün renkleri içerir	Işık ve Renkler
*Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?	Geçici Cisimlerin renkli görülmesi	Işık ve Renkler
*Bil Bakalım Ben Neyim?	Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Öznel Geçici Beyaz ışık bütün renkleri içerir Cisimlerin renkli görülmesi	Işık ve Renkler
Galileo	Deneysel (deneyler her zaman ispat için yapılmaz) Işığın yayılma hızı	Işığın Kırılması
*Bilye	Hayal gücü ve yaratıcılık Işığın yayılma hızı ortama bağlıdır	Işığın Kırılması
Prizma	Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Beyaz ışık bütün renkleri içerir	Işığın Kırılması
*Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen	Sosyal	Mercekler
*Olay Yeri İnceleme	Gözlem ve çıkarım arasındaki fark Öznel Geçici Mercekler ve orman yangınları	Mercekler
*Işığı Tanıyalım	Fen Bilimlerini tanımlama Karanlıkta görme olayı gerçekleşmez Işığın kırılması	Mercekler

Not: * KDM ve bilimin doğası etkinlikleri gruplarında ortaktır.

2.8.5. Öğrenci Ders Kitaplarının Tanıtılması

Öğrenci ders kitapları ünite giriş sayfası ile başlamaktadır. Giriş sayfasında ünite boyunca öğrenilecek bütün konuların günlük yaşamımıza yansması ile ilgili resimler, açıklamalar ve sorular bulunmaktadır. Bu sayfa merak uyandırmak ve ünite de neler öğrenileceği konusunda genel bir bakış açısı oluşturmak amaçlanmıştır. Ders kitaplarında ünite kazanımları tek tek veya birbiri ile uyumlu olanlar bir arada ele alınarak 5E modeline

göre öğretimi yapılmıştır. 5E'nin ilk aşamasında ele alınacak kazanım veya kazanımlara dikkat çekilmiştir. Bu aşamada öğrencilere bir olay ve/veya resimler verilir, sorular yöneltilmiştir. Böylelikle öğrencilerin kafalarında soru işaretleri oluşturmak ve bunlara yanıt arama isteği uyandırmak amaçlanmıştır. Öğrencilerin bu sorulara cevap bulabilmesi için deney/etkinlikler hazırlanmıştır. Kitaplardaki bu bölümler 5E modelinin keşfetme basamağını oluşturmaktadır. Etkinlik/deneyler neler kullanalım, nasıl yapalım, sonuca varalım bölümlerinden oluşmaktadır. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yolla öğretildiği grupta deneysel unsura yönelik etkinlik/deneylerin bazılarında verilen durumun olası sebepleri, hipotez kurma bölümleri bulunmaktadır. Yine bu etkinlik/deneylerde sonuca varalım bölümlerinde hem Işık konusundaki kazanıma hem de bilimin doğası unsuruna yönelik sorular bulunmaktadır. Bilimin doğası KDMnin bazıları da 5E modelinin keşfetme basamağında yer almaktadır. Keşfetme basamağındaki her türlü uygulama öğrencilerin Sonuca Varalım sorularını cevaplandırarak bilimsel açıklamalara kendilerinin ulaştıkları yapıdadır. Keşfetme basamağını açıklama basamağı takip etmektedir. Bu bölümde kazanımlara ilişkin bilimsel açıklamalara yer verilmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan öğretim materyallerinde derinleştirme basamağı bazen öğrenci ders, bazen öğrenci çalışma kitabında yer almaktadır. 5E modelinde derinleştirme basamağında öğrenciler kazandıkları bilgi/becerileri yeni durumlara uygularlar. Bu yolla zihinlerinde daha önce var olmayan yeni kavramları öğrenmiş olurlar. Derinleştirme günlük yaşamla ilişkilendirme, başka disiplinle ilişkilendirme ve farklı bir perspektiften düşünme olarak üç yolla sağlanabilmektedir. Hazırlanan öğretim materyallerinde derinleştirme basamağında genellikle edinilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesini sağlayacak etkinliklere yer verilmiştir. Örneğin merceklerin mikroskop, teleskop, el feneri, gözlüklerde kullanımı, ışığın kırılmasıyla açıklanabilecek olaylar hakkında yapılandırılmış grid etkinlikleri hazırlanmıştır. Işığın soğurulmasının ve renkler ile soğurulma arasındaki ilişkinin keşfedilmesinden sonra güneş enerjisinden yararlanma yolları ile ilgili poster hazırlanmıştır. Işık prizmasında beyaz ışığın renklere ayrıldığını öğrenen öğrencilerin bu bilgiyi gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklamada kullanmalarını gerektiren sorulara yer verilmiştir. Bazı kazanımlarda ise derinleştirme basamağı elde edilen bilgilerin farklı disiplinlerde kullanılması şeklinde düzenlenmiştir. Örneğin mercekler konusunda göz merceği, göz kusurlarının düzeltilmesinde kullanılan mercekler ile biyoloji disiplini ile bağlantılar kurulmuştur. Bazı bilimin doğası etkinlik ve KDM derinleştirme basamağının içerisinde uygulamaya geçirilmiştir. Değerlendirme basamağı uygulamaları hem öğrenci

ders hem de öğrenci çalışma kitaplarında yer almaktadır. Değerlendirme basamağı için öğrenci çalışma kitaplarında kavram haritası, tanılayıcı dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid, doğru/yanlış soruları, verilen bir problemin çözümü için deney düzeneği hazırlama gibi etkinlikler geliştirilmiştir. Ayrıca öğrenci ders kitabında ünitenin her bir alt bölümünde açık uçlu sorular, bulmaca gibi “Kendimizi Değerlendirelim” bölümleri ünite sonunda ise “Ünite Sonu Değerlendirme Soruları” bulunmaktadır. Bazı bilimin doğası etkinlikleri ve KDMleri edinilen bilgilerin değerlendirmesine hizmet etmektedir. Bütün bunlara ek olarak öğrenci ders kitaplarında ele alınan konu ile ilgili ilginç ve öğrencilerin dikkatini çekebilecek bilgilere yer verilen “ Bunlar Biliyor muydunuz?” bölümleri hazırlanmıştır. Öğrencilerin araştırma yapması ve elde ettiği sonuçları sınıf ile paylaşmasına uygun kazanımlarda “Araştırılmalı Hazırlanmalı” köşelerine yer verilmiştir.

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ve KDMyle zenginleştirilen kitap setlerinde öğrenci ders kitapları büyük oranda birbirine benzemektedir. Bilimin doğası etkinliklerine yer verilen noktalarda iki grubun ders kitapları farklılık göstermektedir. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretildiği grubun kitaplarında etkinlik/deneyler ek sorular içerebilmektedir. Örneğin; beyaz ışığın prizmadan geçirildiğinde kırılarak yedi renge ayrılması kazanımına yönelik olarak hazırlanan “Prizma” etkinliği her iki grubun ders kitabında yer almaktadır. Ancak bu etkinlik Deney 2 grubunda aynı zamanda gözlem ve çıkarım arasındaki farkı da ele almaktadır. Bu nedenle sonuca varalım bölümünde KDM grubundan farklı olarak bilimin doğası unsurları ile ilgili sorular da bulunmaktadır. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretildiği grupta bazı bilimin doğası etkinlikleri öğrenci ders kitabında yer almaktadır. Bu etkinlikler tek bir gruba özel olduğundan sadece Deney 2 grubu öğrenci ders kitabında yer almaktadırlar. Örneğin; bilimin doğasının deneysel unsurunu ele alan “Galileo” etkinliği doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle zenginleştirilen ders kitabında bulunmakta ancak KDMyle zenginleştirilen ders kitabında bulunmamaktadır.

2.8.6. Öğrenci Çalışma Kitaplarının Tanıtılması

Öğrenci çalışma kitapları ders kitaplarının tamamlayıcısıdır. Çalışma kitaplarında ilk olarak tasarlanan performans görevi yer almaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramı ön bilgilerin yoklanmasına vurgu yapmaktadır. Çalışma kitabının ilk etkinliği “Kavram

Haritasını Tamamlayalım” öğrencilerin 4,5 ve 6. sınıfta edindikleri ön bilgileri yoklamaktadır. Bundan sonraki etkinlikler ders kitabında konunun işlenişine paralel olarak kazanımların derinleştirilmesi veya değerlendirmesi amacına hizmet etmek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma kitaplarında tanılayıcı dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid, kavram haritaları, kompozisyon yazma, doğru/yanlış, eşleştirme, açılı sorular gibi yapılandırmacı yaklaşımın benimsediği teknikler kullanılmıştır. Çalışma kitabının son etkinliği ise ünite boyunca ele alınan bilimin doğası unsurlarını konu edinen tanılayıcı dallanmış ağaç etkinliğidir.

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretildiği grupta bilimin doğası etkinliklerinin bazıları öğrenci ders kitabında yer almaktadır. Bu nedenle bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği grubun çalışma kitabı diğer grubun çalışma kitabı etkinliklerine ek olarak bilimin doğası etkinliklerini içermektedir. Bunun dışında her iki deney grubunun çalışma kitapları birbiri ile aynıdır.

2.8.7. Öğretmen Kılavuz Kitaplarının Tanıtılması

Öğretmenin ünite boyunca neyi, ne zaman ve nasıl uygulamaya koyacağı konusunda açıklama ve önerilerde bulunmak amacıyla öğretmen kılavuz kitapları hazırlanmıştır. Öğretmen kılavuz kitaplarında öncelikle bilimin doğası unsurları tanıtılmış, öğrencilerin zihinlerin bilimin doğasına ilişkin ne gibi yanlış anlamaların olduğu özetlenmiş, bilimin doğasını öğretme yaklaşımlarının temel felsefeleri açıklanmıştır. Öğretmelere uygulama öncesinde bu konularda eğitim verilmiş olmasına rağmen, ihtiyaç duyduklarında ulaşabilecekleri, her an ellerinin altında hazır bir kaynak olması amacıyla bu açıklamalara kılavuz kitaplarda da yer verilmiştir. Kavramsal değişim pedagojisi grubu kılavuz kitabında KDMnin formatı açıklanmıştır.

Öğretmenlerin 7. sınıf öncesinde öğrencilerin üniteye ilişkin neler öğrendiklerini bilmesinin önemli olduğu noktasından hareketle Işık ünitesinin 4,5 ve 6. sınıf kazanımlarının tamamı sunulmuştur. Yapılandırmacı öğrenme kuramında kavram öğretimine önem verilmektedir. 7. sınıf kazanımlarına yönelik öğrencilerde bulunması muhtemel alternatif kavramlar maddeler halinde kılavuz kitaplara yansıtılmıştır. Ayrıca her bir alt bölümün girişinde bu alternatif kavramlar tekrar hatırlatılmıştır.

Ünitenin işleniş sırasında öncelikle hangi kazanımın ele alındığı belirtilmiştir. Girme, keşfetme, açıklama ve değerlendirme basamaklarında neler yapılacağı adım adım

anlatılmıştır. Öğrenci ders ve çalışma kitapları arasındaki geçişler gösterilmiştir. Öğrenci ders ve çalışma kitaplarının ilgili bölümleri de kılavuza yerleştirilmiştir. Örneğin kılavuz kitabında “öğrencilerin dikkatini ilgili konuya çekmek amacıyla öğrenci ders kitabında verilen hikayeden söz edilir” ifadesinden sonra öğrenci ders kitabında söz edilen hikaye kılavuzda yer almaktadır. Öğrenci çalışma kitabında Etkinlik 3 yaptırılır açıklaması var ise bu açıklamayı takiben öğrenci çalışma kitabının söz edilen etkinliği kılavuzda yer almaktadır.

Bilimin doğası etkinlikleri ve KDMnin amaçları ve nasıl uygulanacakları kılavuzlarda adım adım açıklanmıştır. Sonuca Varalım sorularında beklenen cevaplar, öğrencilerin öğrendikleri bilimin doğası unsuru ile ilgili ne tür yansımalarda bulunabilecekleri, öğrenciler cevap vermekte zorlanırlar ise hangi örnekler ile yönlendirmeler yapabileceği gibi hususlarda önerilerde bulunulmuştur. Etkinlik/KDM uygulandıktan sonra öğrencilere dağıtılacak yansıtıcı yazı kağıtları da kılavuzlarda yer almaktadır. Ayrıca öğrenci ders ve çalışma kitaplarına yer alan bütün soruların ve etkinliklerin doğru yanıtları kılavuz kitaplar verilmiştir.

2.8.8. Kontrol Grubu Öğretim Materyallerinin Tanıtılması

Kontrol grubunda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okullara dağıtımı yapılan kitap setlerinden biri kullanılmıştır. Bu set öğrenci ders, öğrenci çalışma ve öğretmen kılavuz kitaplarından oluşmaktadır. 2004 yılı program geliştirme çalışmalarında Fen ve Teknoloji dersi öğretim programlarında yapılandırmacı kuramı temel alınmıştır. Program geliştirme çalışmalarına paralel olarak 5E modeline uygun kitaplar hazırlanmıştır. Bu bağlamda deney ve kontrol gruplarının hepsinde kullanılan kitap setlerinin Işık ünitesi kazanımlarını öğretmede dayandıkları öğrenme kuramı ve sınıf ortamına aktarılma modeli birbirine paraleldir. Kontrol grubunda kullanılan öğrenci ders kitabı araştırmacı tarafından hazırlanan kitap setleri gibi ünite giriş sayfasıyla öğrenci çalışma kitabı ise 4,5 ve 6. sınıfta edinilen bilgilerin hatırlanması ile başlamaktadır. Performans görevi olarak öğrencilerden güneş enerjisinden en iyi şekilde faydalanabilecek bir ev modeli yapmaları istenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan MEB kitap setinde ışık ünitesinin her bir alt bölümünde kazanımların tamamı bir bütün olarak 5E modeline oturtulmuştur. Örneğin; ünitenin herhangi bir alt bölümünde sekiz kazanım var ise bunlardan bir kaç girme, diğer bir kaç keşfetme, bazıları derinleştirme basamağında yer almaktadır. Deney grubu kitaplarında ise

mümkün olduğu kadar az sayıda kazanım 5E modeline oturtulmuştur. Kontrol grubu öğretmen kılavuz kitabında kazanımlara ilişkin muhtemel alternatif kavramlar verilmekte ancak bunların nasıl giderilebileceğinden söz edilmemektedir. Deney gruplarında kavram öğretimi noktasında öğretmenlere daha fazla destek olunmuştur.

Kitap setlerinin birbirinden farklılaştığı bir diğer nokta ise bilimin doğası unsurlarının öğretimidir. Daha önce öğretim programlarında bilimin doğasına yönelik kazanımların ünitelere dağılımında bazı sıkıntılar olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmanın amaçları arasında olmamasına rağmen ders kitaplarında da bilimin doğası öğretimi noktasında bazı sıkıntılar olduğu dikkati çekmiştir. Ders kitaplarında konu alanı ile ilgili bilimsel gelişmelerin tarihsel sıra ile sunulduğu bölümler ve bazı bilim insanlarının hayat hikayeleri haricinde bilimin doğası öğretimine katkı sağlayacak bölümlere çok fazla rastlanamamıştır. Çalışmada kullanılan MEB kitabının ışık ünitesi bölümünde, bilimin doğası unsurlarının öğretimine yönelik etkinlik, bilim insanının hayat hikayesi, bir bilimsel bilginin tarihsel gelişimi vb. bulunmamaktadır. Doğrudan ilişkili olmamakla birlikte öğrencileri bilimin dinamik yapıda olduğu yorumuna götürebilecek tek bir nokta olduğu söylenebilir. Işığın soğurulması ile ilgili ilk bölümde, Bunları “Biliyor muydunuz?” köşesinde çok eski dönemlerde Archimedes’in Güneş ışığını odaklayarak ülkesini ele geçirmek isteyen düşman gemilerini yaktığı anlatılmaktadır. Öğrenciler bu örnek ile günümüzde ışık enerjisinden yararlanma yolları arasında karşılaştırma yaparak bilimsel bilgilerin dinamik yapısı hakkında görüşler geliştirebilirler. Bilimin doğası unsurlarının açıkça ele alınmadığı, konu öğretimi sırasında elde edilecek ikincil bir yan ürün olarak kabul edilmesi daha önce de söz edildiği gibi dolaylı yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda kontrol grubuna bilimin doğasının dolaylı yaklaşım ile öğretildiği söylenebilir.

Her bir grupta gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının daha iyi anlaşılabilmesi için, 5E modelinin hangi aşamasında neler yapıldığı aşağıda tablolar halinde özetlenmiştir.

Tablo 19. Deney 1 grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek

Bölüm	Kazanım	Kazanımlara ilişkin açıklamalar	5E modeli	Öğretmenin Rolü	Öğrencinin Rolü
4. Bölüm Mercekler	4.1. Işığın ince ve kalın kenarlı merceklerde nasıl kırıldığını keşfeder (BSB-2, 11, 17). 4.2 Paralel ışık demetleri ile ince ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını bulur (BSB-1). 4.3. Merceklerin kullanım alanlarına örnekler verir (BSB-1; TD-2).	[!] İnce ve kalın kenarlı merceklerin çeşitli şekiller olabileceği vurgulanmalıdır. ↔ İnce ve kalın kenarlı merceklerde, cismin bulunduğu çeşitli uzaklıklar için görüntünün bulunacağı yer ve büyüklüğü ile ilgili bağıntılar verilmeyecektir. ↔ Görüntü çizimleri ve merceklerle ilgili geometrik optik konuları üst sınıflarda ele alınacaktır.	Girme	Öğrenci ders kitabında verilen teleskop, büyüteç, değerleri taşları inceleyen antikacı, dürbün ile çevreyi gözlemleyen çocuk resimlerinin incelenmesini ister. Resimlerde görülen araçların isimlerini ve kullanım amaçlarını sorar. İki ayrı gözlüğü olan yaşlı insan resmine dikkat çeker. Bu kişinin için iki gözlük kullanıyor olabileceğini sorar.	Resimdeki araçların isimlerini ve kullanım amaçlarını belirtir.
4. Bölüm Mercekler		↻ 7. sınıf “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı, “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinin gözün yapısı konusu ile ilişkilendirilir. ??? Bazı öğrenciler görme olayının gerçekleşmesi	Keşfetme	Mercekleri Keşfediyorum etkinliğine öğrencileri yönlendirir. Gruplara malzemeleri dağıtır, etkinliğin yapılmasına yardımcı olur.	Çeşitli merceklerle dokunur, kitaplarındaki yazıları bu mercekler ile okur, merceklerle paralel ışık demetleri gönderirler. Böylelikle iki farklı mercek türünü, bu merceklerde ışığın nasıl kırıldığını, odak noktalarını keşfeder.

Tablo 19'un devamı

4. Bölüm Merccek ler		için bakmanın yeterli olduğunu, ışığın gerekli olmadığını düşünmektedir. ??? Bazı öğrenciler ise gözden çıkan ışınların cisme ulaşması ile görme olayının gerçekleştiğini düşünmektedir.	Açıklama	Sonuca varalım sorularının cevaplandırılmasını sağlar. Yanlışları düzeltir, eksikleri tamamlar. İnce ve kalın kenarlı mercceklerin şekilleri, ışığı kırılmaları ile ilgili bilgileri özetler.	Etkinliği grup olarak yapan öğrenciler sonuca varalım sorularını bireysel olarak cevaplandırır.
			Derinleştirme	Elde edilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesini sağlamak amacıyla “Nasıl Görürüz?” adlı bilimin doğası KDM yönlendirme yapar. Bu KDMde ele alınan bilimin geçici unsuru ve görme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgili alternatif kavramlar hakkında panoda sergilenmek üzere ürünler yapılmasını ister. Öğrenci çalışma kitabındaki	KDMnin ilk bölümünde resmi inceler, soruyu cevaplandırır. KDM nin ilk bölümleri toplanır. Önce yanlış düşünceler daha sonra doğru düşünceler okunur. Öğrenci kendi verdiği cevap ile yapılan açıklamaları karşılaştırır. KDMnin dördüncü bölümünü okur, şekilleri inceler. Sonuca varalım sorularını cevaplandırır.

Tablo 19'un devamı

4. Bölüm Mercekler			Değerlendirme	“Mercekler Nerede?” adlı etkinlik ile merceklerden yararlanılarak yapılan araçların tanınmasını sağlar. “Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen” adlı bilimin doğası KDMnin ve öğrenci çalışma kitabı “Numara Söyle” etkinliğinin yapılmasına rehberlik eder. Bilimin sosyal unsuru ile ilgili şiir, resim, karikatür vb. ürünler yapılmasını ister.	“Mercekler Nerede?” etkinliğinde resimlere bakarak soruları cevaplandırır. KDM ile öğrenciler bugün bilimsel olarak doğru kabul edilen bir bilginin geçmişte neden doğru kabul edilmediğine yanıt bulurlar. “Numara Söyle” etkinliğinde ise verilen amaca uygun mercekleri seçer.

Tablo 20. Deney 2 grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek

Bölüm	Kazanım	Kazanımlara ilişkin açıklamalar	5E modeli	Öğretmenin Rolü	Öğrencinin Rolü
3. Renkler Nasıl Oluşur	2.3.Cisimlerin siyah, beyaz veya renkli görünmelerini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla açıklar (BSB-8).	??? Işğın tüm renkleri birleştirildiğinde siyah renk elde edilir. ??? Beyaz cisimlerin renksiz olmasıdır. ??? Cisimlerin renkli görünmesi, hangi renge boyandıkları ile ilgilidir. Bu konuda ışğın etkisi yoktur.	Girne	Öğrencilere en sevdikleri renk sorulur. Öğrenci ders kitabında Ayşe ve Zeynep’in gömlek almak hikayesini anlatır. Cisimlerin çeşitli renklerde görülmesinin sebebini sorar. Kırmızı, mavi, yeşil, beyaz ve siyah dosyaları gösterir ve öğrencilere dosyaların renklerini sorar.	Cisimlerin renkli görülmesinin sebepleri ile ilgili fikirler ileri sürer. Siyah ve beyazın nasıl oluştuğunu açıklamaya çalışır.

Tablo 20'nin devamı

3. Renkler Nasıl Oluşur			Keşfetme	Siyah ve beyaz dosyalara vurgu yapar. Siyah ve beyazın nasıl oluştuğunu tartışmaya açar. Öğrenci ders kitabında yer alan “Işığın Oyunu” adlı etkinliğinin yapılmasını sağlar. Bu etkinlik ışığın ana ve ara renkleri ile beyazın oluşumunun keşfedilmesine yöneliktir. Cisimlerin renkli görülmesi, siyahın oluşumu ve ışık filtrelerinin keşfi için öğrenci ders kitabında “Renkler ve Siyah” etkinliğinin yapılmasına rehberlik eder.	Gruplar halinde “Işığın Oyunu” ve “Renkler ve Siyah” etkinliklerini yapar.
			Açıklama	Işığın ana renkleri ve ana renklerin çakışması ile oluşan diğer renkleri şekil üzerinden açıklar. Cisimlerin renkli, siyah ve beyaz görülmesi, ışık filtreleri hakkında gerekli açıklamaları yapar.	Keşfetme basamağındaki etkinliklerin sonuca varalım sorularını yanıtlar. “Rengi Bul” adlı bilgisayar oyununu oynar.

Tablo 20'nin devamı

3. Renkler Nasıl Oluşur			Derinleştirme	Kırmızı ve yeşil jelatinlere sarılmış gülleri sınıfa gösterir, güllerin ne renk olduğunu sorar. Ambulans, polis araçlarının üzerindeki lambaların nasıl kırmızı ışık verdiğini sorar. Benzer örnekler vermelerini ister. Öğrenci çalışma kitabında "Işık Filtreleri" adlı etkinliğe yönlendirme yapar. Öğrencilerin yanıtlarını değerlendirir.	Sorulara yanıt verir. Trafik lambaları, güneş gözlükleri gibi ışık filtrelerinin günlük yaşamda kullanım alanlarına örnekler verir. Öğrenci çalışma kitabı "Işık Filtreleri" etkinliğinde verilen altı farklı durumda hangi renklerin oluşacağını, hangi durumlarda siyah ve beyazın oluşacağını tespit eder.
			Değerlendirme	Öğrenci çalışma kitabında "Bil Bakalım Ben Neyim?" etkinliğinin yapılmasına rehberlik eder. Bu etkinlik cisimlerin renkli görülmesinin yanı sıra bilimin doğasının çıkarıma dayalı, öznel ve geçici unsurlarına yöneliktir. Bilimin doğası unsurlarını tartışmaya açar. Cisimlerin renkli görülmesi ile ilgili alternatif kavramlara vurgu yapar. Öğrencilerden kavram panosunda sergilenmek üzere ürünler yapmalarını ister.	"Bil Bakalım Ben Neyim?" etkinliğini yapar. Bu etkinlikte beyaz perde üzerinde verilen görüntünün oluşmasının sebeplerini sorgular. Doğru sonuca ulaşabilmek için cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görülmesi ile ilgili bütün durumları gözden geçirir. Bilimin doğası unsurları hakkındaki fikirler ileri sürer ve savunur.

Tablo 21. Kontrol grubunda 5E modelinin uygulanışına bir örnek

Bölüm	Kazanım	Kazanımlara ilişkin açıklamalar	5E modeli	Öğretmenin Rolü	Öğrencinin Rolü
1. Bölüm Işık Soğurulması	1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda soğurulabileceğini fark eder. 1.2. Işıyla etkileşen maddelerin ısındığını gözlemler. 1.3. Yaptığı gözlemlere dayanarak maddelerin ışığı soğurduğu çıkarımını yapar (BSB-8). 1.4. Koyu renkli cisimlerin ışığı, açık renkli cisimlere göre daha çok soğurduğunu keşfeder (BSB-2, 6). 1.5. Teknolojik tasarım döngüsünü kullanarak ışığı soğuran maddelerin ısınmasıyla ilgili projeler üretir (FTTÇ-9) . 1.6. Işığın bir enerji türü olduğunu ifade eder (TD-3). 1.7. Işık enerjisinin başka bir enerjiye dönüşebileceğini ifade eder (TD-1, 2). 1.8. Güneş enerjisinden yararlanma yollarına örnekler verir (FTTÇ- 28).	↻ 5. sınıfın “Işık ve Ses” ünitesinde ışığın yayılması ve ışığın maddeyle karşılaşması ile ilgili öğrenilenler hatırlatılmalıdır. ↻ Işığı soğuran maddelerin ısınması, 5.sınıf “Madde ve Değişim” öğrenme alanı “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesindeki “Isı-sıcaklık” konusu ile ilişkilendirilmelidir. ??? Bazı öğrenciler ışığın bir madde bir etki olduğunu düşünebilirler.	Girne	Işık, aynı saydam ortamda doğrusal olarak yayıldığını hatırlatmak için öğrenci ders kitaplarındaki şekilleri inceletir. Işık madde ile etkileştiğinde neler olabileceğini hatırlatır. Işık enerji olduğunu çeşidi olduğunu bu nedenle maddelerde sıcaklık artışına sebep olacağını vurgular. Bunu göstermek için öğrenci ders kitabında “Güneşte mi, Gölgede mi Daha Çok Isınır?” adlı etkinliği yaptırır. Öğretmen kılavuz kitabında yer alan “Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisine” adlı alternatif etkinliği yaptırır. Işık soğurulması ile cisimlerin rengi arasındaki ilişkinin keşfi için öğrenci ders kitabında	Öğrenciler resimleri inceler, ışık aynı ortamda nasıl yayıldığını ifade eder. “Güneşte mi, Gölgede mi Daha Çok Isınır?” etkinliğini grup halinde yapar. Alternatif etkinlikte verilen okuma parçasını okur ve soruyu yanıtlar. Grup halinde “Yansıma-Soğurulma-Sıcaklık İlişkisi” etkinliği yaparlar.

Tablo 21'in devamı

			Keşfetme	“Yansıma-Soğurulma-Sıcaklık İlişkisi” adlı etkinliğe yönlendirme yapar. Bu etkinliğin sonuca varalım sorularına yanıt verildiğinde öğrenci çalışma kitabında “Hipotezi Test Edelim” etkinliğinin yapılmasına rehberlik eder.	Bu etkinlik ile açık renk cisimlerin ışığı daha çok yansıttıklarını bu nedenle soğurulmanın az olduğunu, koyu renklerde ise yansımanın az soğurulmanın çok olduğunu keşfederler. “Hipotezi Test Edelim” etkinliğinde kendilerine verilen bir hipotezi test etmek için nasıl bir deney düzeneği kurmaları gerektiğini açıklarlar.
			Açıklama	Öğretmen eksikleri tamamlar, hataları düzeltir. Bilimsel açıklamaları özetler. Güneşte kalan cisimlerin renginin solmasını örneğinden yola çıkarak ışığın soğurulmasının istenmeyen olaylara sebep olabileceğini vurgular. Öğrencilerden benzer örnekler ister.	Öğrenci ders kitabında yapılan iki etkinliğin sonuca varalım bölümleri ile öğrenciler, ışığın soğurulduğunu, koyu renkli cisimlerin ışığı daha çok soğurduğu şeklinde açıklamalara ulaşırlar.

Tablo 21'in devamı

			Derinleştirme	Bu aşamada güneş ışığından hangi alanlarda ve nasıl yararlanıldığı üzerinde durulur. Öğretmen güneş kolektörü, güneş fırını, güneş paneli ve radyometre resimleri gösterir. Bu araçlarda hangi enerji dönüşümlerinin gerçekleştiğini sorar.	Öğrenciler resimlerdeki araçların adını ve kullanım amaçlarını, gerçekleşen enerji dönüşümlerini söyler. Öğrenci çalışma kitabında “Güneş Enerjisinden Yararlanmayı Keşfediyorum” adlı etkinliği grup halinde yapar.
			Değerlendirme	Araştırma sonuçlarının sınıfta sunumunu yaptırır. Teknolojik tasarım ürünlerinin sınıfta tanıtılmasını sağlar.	Güneş enerjisi kullanılarak deniz ve göl sularının nasıl kullanılabilir hale geldiğini araştırır. Ayrıca teknolojik tasarım döngüsünü kullanarak ışığın soğurulması ile çalışan bir sistem tasarlar.

2.9. Asıl Uygulama

Pilot uygulama ile hazırlanan materyallerin eksiklerinin giderilmesinden sonra, 2009–2010 eğitim öğretim yılı güz döneminde asıl uygulama yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her bir grupta ünitenin öğretimine başlamadan önce veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Bir anket üç test olmak üzere dört veri toplama aracının her biri bir ders saatinde cevaplandırılmıştır. İlköğretimde Fen ve Teknoloji dersleri haftada dört ders saati olarak okutulmaktadır. Uygulamanın yapıldığı okulun haftalık ders programında dört saatlik fen dersleri ikişerli blok şeklinde düzenlenmiştir. Başka bir ifade ile uygulamanın yapıldığı sınıfların her birinde haftada iki gün fen dersi işlenmektedir. Üst üste iki derste test uygulanmasının öğrenciler için sıkıcı olabileceği düşünüldüğünden haftada iki veri toplama aracı uygulanmıştır. “Bilimin Doğası Anketi” mülakatlar ile desteklendiğinden ilk uygulanan veri toplama aracı anket olmuştur. Diğer testlerin

uygulanması sürdürülürken bir taraftan da mülakatlar yapılmıştır. Mülakatlar ile birlikte ön testlerin uygulanışı toplam üç hafta sürmüştür.

Öğretmenler pilot uygulama sırasında uygulayacakları materyaller hakkında tecrübe edindiklerinden tekrar öğretmen eğitimi yapılmamıştır. Sadece materyallerde yapılan değişiklikler kendilerine anlatılmıştır. Ünitenin öğretimine başlamadan bir hafta öncesinde deney grubu öğrencilerine ders ve çalışma kitapları dağıtılmış, Işık ünitesi tamamlayıncaya kadar bu kitapları kullanacakları, okula gelirken bu kitaplarını getirmeleri açıklanmıştır.

Ünite başlangıcında performans görevi öğrencilere verilmiştir. Görevi nasıl yapacakları ve ürünlerinin nasıl değerlendirileceği açıklanmıştır. Performans görevlerinin son teslim tarihi ünitenin tamamlanmasından bir hafta sonra olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin bazıları grup bazıları bireysel olarak performans görevlerini yapmışlardır. Performans görevlerine örnekler Ek 9’da görülmektedir. Öğretmen hazırlanan rubrik ile ürünleri değerlendirmiştir.

Ünite içerisinde iki kazanım öğrencilerin teknolojik tasarım ürünü oluşturmaya yöneliktir. Bunlardan ilki ünitenin ilk bölümündedir ve öğrencilerden ışığı soğutan maddelerin ısınması ile ilgili tasarımlar yapmaları istenmektedir. Her üç gruptaki öğrencilerde genellikle güneş arabası, sera veya güneş fırını tasarlamışlardır (Ek 10). Diğer teknolojik tasarım kazanımı ise ünitenin son bölümünde yer almaktadır. Bu kazanım öğrencilerin mercekler kullanarak gözlem aracı tasarlamasını istemektedir. Deney grubunda teleskop yapıyorum etkinliği bu kazanım için hazırlanmıştır. Su şişelerinden yapılan teleskoplar Ek 11’de verilmiştir. Kontrol grubunda ise ince ve kalın kenarlı mercekler birbiri arksına yerleştirilerek değişik görüntüler elde edilmiştir.

Deney grubu kitapları ünitenin ilk bölümünde “Araştırılmalı Hazırlanmalı” köşesi, öğrencilerin güneş enerjisinden faydalanma yollarını araştırmalarını ve elde ettikleri bilgileri poster şeklinde sunmalarını istemektedir. Sınıf beş gruba ayrılmış, güneş fırını, güneş kolektörü, güneş paneli, güneş pili ve radyometre gruplara birer birer dağıtılmıştır. Grupların bu araçların kullanım alanları ile ilgili bilgi toplamaları, ulaşabildikleri kadar resim elde etmeleri istenmiştir. Bütün grupların hazırlıkları bir araya getirilerek güneş enerjisinden faydalanma posterleri oluşturulmuştur (Ek 12). Kontrol grubunda böyle bir etkinlik bulunmamaktadır.

İkinci bölümde ışığın ana renklerinin (kırmızı, yeşil, mavi) çakışması ile oluşan ara renklerin öğretimine destek olmak için hazırlanan bilgisayar oyunu “Rengi Bul”, bilgisayar sınıfının kullanım programından dolayı fen dersinde uygulanamamıştır. Oyun bilgisayar

sınıfındaki bilgisayar sayısı kadar (18 adet) CD ye kopyalanarak bilgisayar öğretmenine teslim edilmiştir. Deney grupları bilgisayar derslerinin ilk on beş dakikasında oyunu oynamışlardır. Ayrıca öğrenciler renklerin çakışımını kağıtlara çizmek istediklerini söylemişlerdir. Öğretmen öğrencilerin bu önerisini olumlu karşılamıştır. Böylelikle önceden planlanmamış olmasına rağmen deney gruplarının her ikisinde de renklerin çakışımı ile ilgili görsel ürünler hazırlanmıştır. Öğrencilerin hazırladıkları bu ürünler Ek 13 verilmiştir.

Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ile öğretildiği grupta, bilimin doğası ve Işık ünitesi muhtemel alternatif kavramlarına yönelik kavram panosu hazırlanmıştır. Ünite KDM uygulandıkça ve ışık ünitesinin ilgili kazanımları işlendikçe öğrencilerden şiir, karikatür, bilmece, bulmaca vb. ürünler hazırlamaları istenmiştir. Deney 1 grubu öğrencilerinin kavram panosu için hazırladığı ürünler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 22. Deney 1 grubu kavram panosu ürünleri

Işık Ünitesi Konu	Ürün Türü	Bilimin Doğası Unsuru	Ürün Türü
Işık enerjidir	1 adet karikatür	Geçici	1 adet karikatür 1 adet resim 1 adet şiir
Işık hızı	1 adet karikatür	Deneysel	1 adet şiir
Deniz ve gökyüzünün rengi	2 adet şiir	Hayal gücü ve yaratıcılık	1 adet şiir
Beyazın oluşumu	1 adet şiir	Öznel	1 adet karikatür

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşıma göre hazırlanan etkinliklerle öğretildiği grupta ise öğrencilerden ışık konusundaki muhtemel alternatif kavramlar hakkında ürünler hazırlamaları istenmiştir. Tablo 23’de deney 2 grubu kavram panosu ürünlerini görülmektedir.

Tablo 23. Deney 2 grubu kavram panosu ürünleri

Işık Ünitesi Konu	Ürün Türü
Işık enerjidir	1 adet şiir
Işık hızı	1 adet şiir
Siyahın oluşumu	1 adet şiir
Beyazın oluşumu	1 adet şiir
Gökyüzünün rengi	1 adet poster

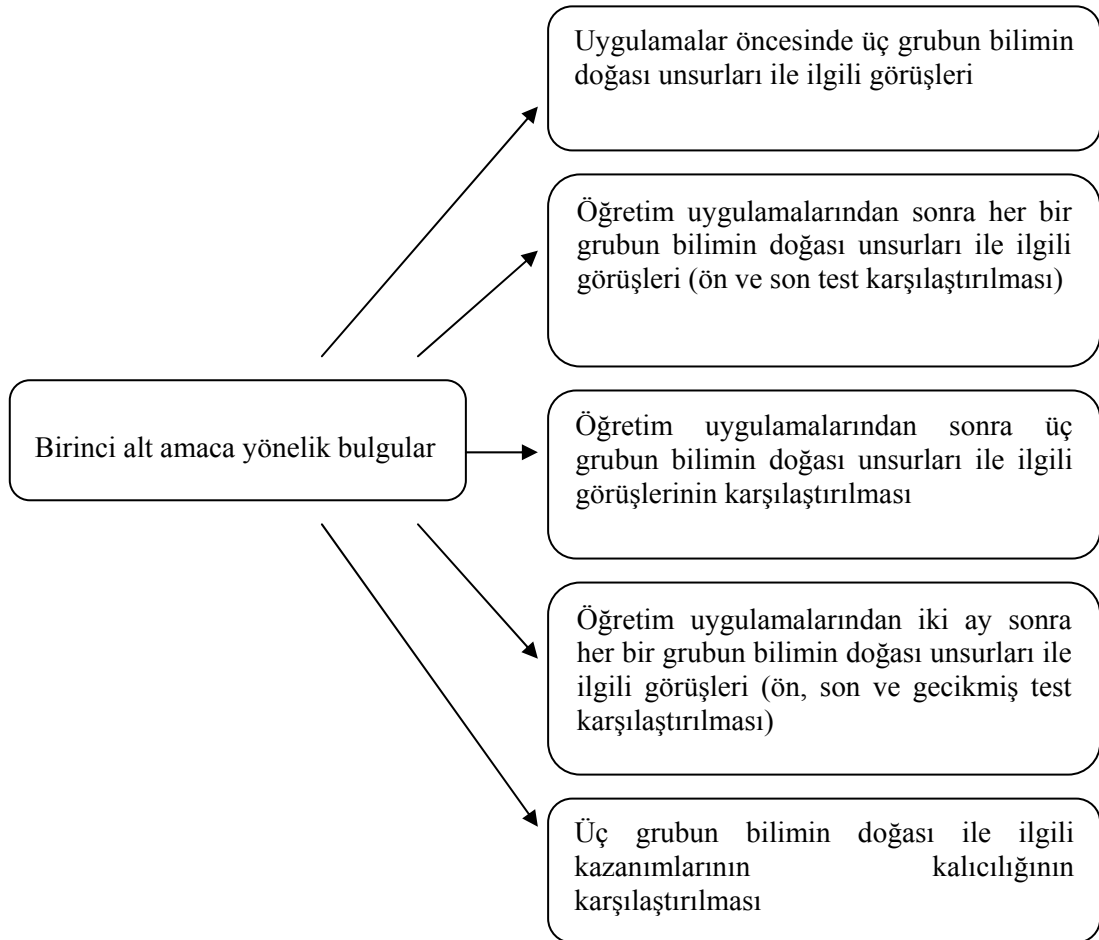
Kavram panosu ürünlerinden örnekler Ek 14’de sunulmuştur. Kontrol grubunda kullanılan kitaplarda bu tür etkinlikler yer almamaktadır.

Deney gruplarının her ikisinde de bilimin doğası etkinlik/KDM sonrasında yansıtıcı yazılar yazdırılmıştır. İlk yansıtıcı yazılar sınıfta yazılmış diğerleri ev ödevi olarak verilmiştir. Böylelikle zaman tasarrufu sağlanmıştır. Zaman kazancı sağlamakla birlikte yansıtıcı yazıların ev ödevi olarak verilmesi bazı sıkıntılara da yol açmıştır. Örneğin bazı öğrenciler yansıtıcı yazı ödevlerini teslim etmemişlerdir. Bazı öğrencilerin yazıları ise son derece yüzeysel olup, kullanılabilir veriler sağlamamıştır.

Ünitenin konu bölümü tamamlandığında, her grupta ünite sonu değerlendirme soruları cevaplandırılmıştır. Öğretim faaliyetleri bütün gruplarda on sekiz ders saatinde tamamlanmıştır. Öğretimin tamamlanmasından bir hafta sonra veri toplama araçları son test, sekiz hafta sonra ise gecikmiş test olarak uygulanmıştır.

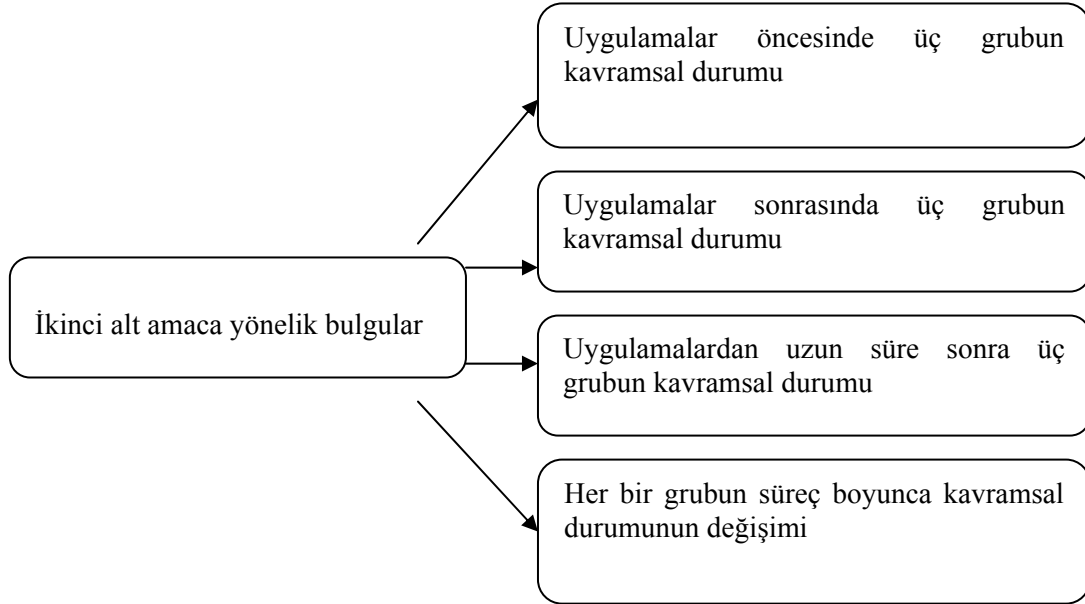
3. BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın alt amaçlarına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın ilk alt amacı; bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamaları ile zenginleştirilen öğretim materyalleri ile MEB tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları görüşleri nasıl etkilediğini ve bu etkilerin kalıcılığını değerlendirmektir. Bu alt amaca yönelik bulgular şekil 6’da görüldüğü gibi sunulmuştur.



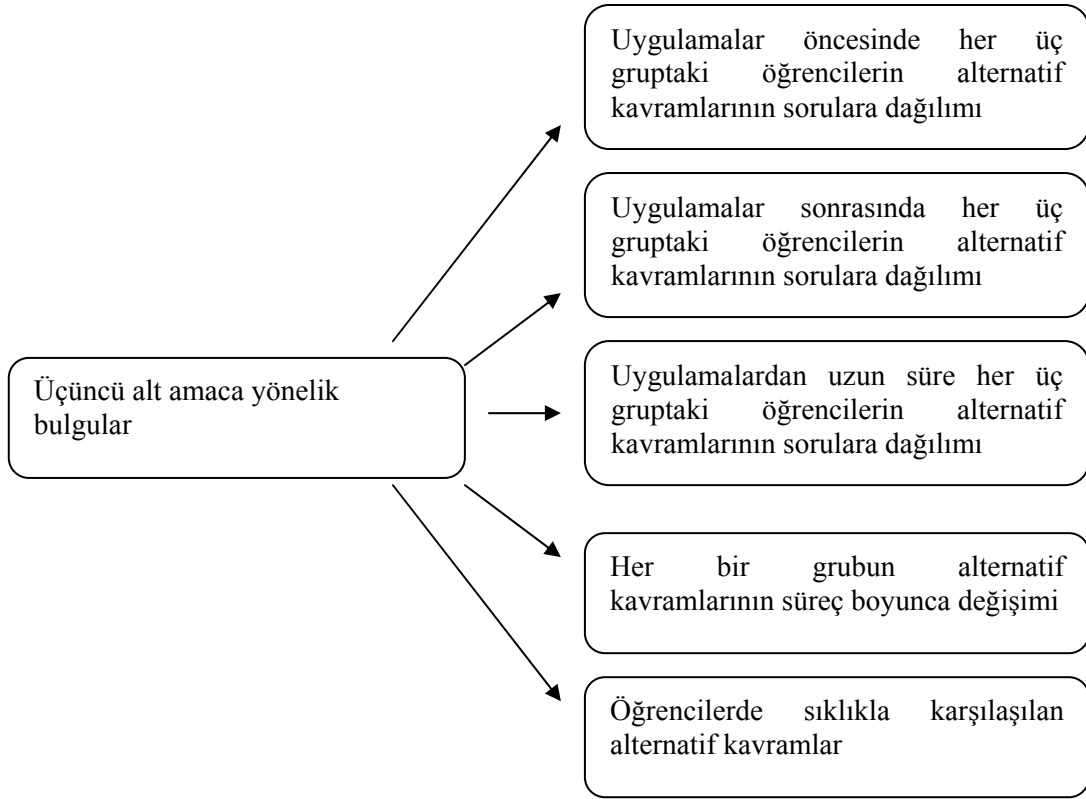
Şekil 6. Çalışmanın birinci alt amacına yönelik bulguların akış şeması

Çalışmanın ikinci alt amacı, üç farklı uygulamanın Işık ünitesinde kavramsal değişimi sağlamaya ve bu değişimin kalıcılığına olan etkilerini karşılaştırmalı olarak irdelemektir. Şekil 7’de bu alt amaca yönelik bulguların akışı gösterilmiştir.



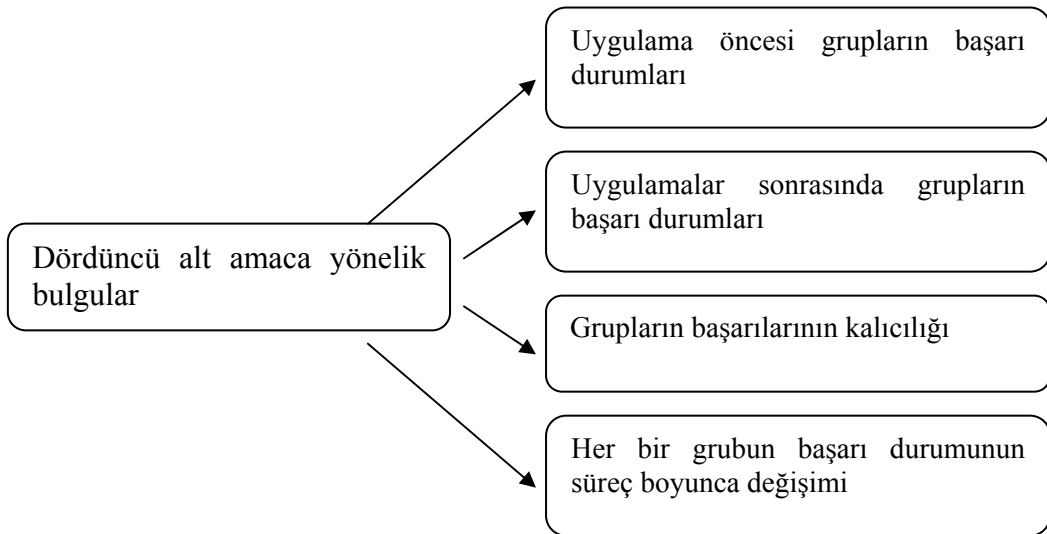
Şekil 7. Çalışmanın ikinci alt amacına yönelik bulguların akış şeması

Çalışmanın üçüncü alt amacı; Işık ünitesinde öğrencilerin en çok alternatif kavramlara sahip oldukları noktaları belirlemek ve çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların bu kavramların giderilmesine etkilerini kalıcılıkları ile birlikte irdelemektir. Bu alt amaca yönelik bulguların akışı Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8. Çalışmanın üçüncü alt amacına yönelik bulguların akış şeması

Çalışmanın son alt amacı ise; üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkilerini incelemek ve bu etkilerin kalıcılığını takip etmektir. Bu alt amaca ait bulgular Şekil 9’da görüldüğü gibi sunulmuştur.



Şekil 9. Çalışmanın dördüncü alt amacına yönelik bulguların akış şeması

3.1. Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Bulgular

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın bilimin doğası unsurları hakkındaki görüşleri nasıl etkilediğinin ortaya çıkarılmasında öncelikle öğrencilerin ünite başlangıcında mevcut durumları tespit edilmiştir. Ünitenin tamamlanmasından sonra her bir uygulamanın öğrenci görüşlerine yansımaları ön ve son test arasında yapılan karşılaştırmalar ile irdelenmiştir. Ayrıca üç uygulama arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Benzer işlem veri toplama aracının gecikmiş test olarak uygulanmasından sonrada tekrarlanmıştır.

3.1.1. Öğretim Öncesinde Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşler İle İlgili Bulgular

Çalışmanın örneklemini oluşturan üç grup; kavramsal değişim pedagojisi grubu K, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubu D ve mevcut kitap ile öğrenim gören grup G, öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğasının altı unsuruna ilişkin sahip oldukları görüşler belirlenmiştir. Öncelikle her bir gruptaki öğrencilerin profilleri, frekans ve yüzdelikleri tablolar halinde gösterilmiş, daha sonra üç sınıf arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 24. K grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=21	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin DeneySEL Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K 1		x			x				x		x				x			x
K 2		x			x				x			x			x			x
K 3		x				x			x		x				x			x
K 4		x		x				x			x			x			x	
K 5		x			x				x		x				x			x
K 6		x			x				x		x			x				x
K 7		x				x			x		x				x			x
K 8		x				x			x		x				x			x
K 9			x		x			x			x		x					x
K 10		x				x			x		x				x			x
K 11		x			x				x		x				x			x
K 12		x				x		x			x				x			x
K 13		x			x				x		x				x			x

Tablo 24'ün devamı

K 14		x			x				x		x				x			x
K 15		x			x				x			x			x			x
K 16		x		x					x		x				x		x	
K 17		x			x		x					x	x				x	
K 18		x				x			x		x				x			x
K 19	x					x			x		x		x					x
K 20	x				x				x			x			x			x
K 21		x		x					x			x			x			x
K 22																		
f	2	18	1	3	11	7	1	3	17	0	16	5	3	2	16	0	3	18
%	10	86	4	14	53	33	5	14	81	0	76	24	14	10	76	0	14	86

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

Bilimin Kesin Olmayan Geçici Unsuru: Öğretim öncesinde K grubu öğrencilerinin sadece %10'u bilimsel bilgilerin kesin olmadığı, zamanla değişebileceği ile ilgili yeterli görüşlere sahiptirler. Bu öğrenciler ankette bugün bilinen bilgilerin ileride değişebileceği ve genişleyebileceği, atomun yapısı ve dinozorların neye benzediği konusunda bilim insanlarının kesin bilgilere sahip olmadığı şeklinde görüş bildirmişlerdir. K-20'nin mülakattaki şu cümleleri bu duruma örnek oluşturmaktadır:

“Bence bilimsel bilgiler değişebilir. Çünkü bilim insanları her gün yeni yeni şeyler keşfediyorlar. Teknoloji geliyor, bu sayede daha detaylı incelemeler yapabiliyorlar. Atom konusunda da atom hakkında bilim insanlarının biraz bilgileri vardır ama tam emin değillerdir. Bilim insanları her şeyi bilemezler. Mesela dinozorların kemiklerini birleştirip boyunun uzunluğunu bilirler ama iç organlarını tam olarak anlayamazlar. O yüzden dinozorların bazı özelliklerden emin olamazlar.”

K grubu öğrencilerinin %86 gibi çok büyük bir bölümünün bilimin geçici unsurunda değişken görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu gruptaki öğrencilerin bazıları anketin dördüncü sorusunda bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceğini ifade etmekte, bununla birlikte atomun yapısı veya dinozorların özellikleri ile ilgili bilim insanlarının kesin bilgilere sahip olduğunu düşünmektedirler. Örneğin K-14 ankete verdiği yanıtlarda, K-16 ise mülakatta düşüncelerini şu şekilde açıklamışlardır:

“Bilimsel bilgilerin zaman içerisinde aynı kalması mümkün değildir. Bilim insanları sürekli çalışıyorlar ve yeni şeyler buluyorlar. Bilim insanları elbette ki dinozorların nasıl görüldüğü ile ilgili kesin bilgilere sahiplerdir.

Dinozorların rengi yeşil, gözleri büyüktür bilim insanları bunu kanıtlamıştır.”
(K-14)

“Deney ve araştırmalar sonucu dinozorların fiziksel görünüşlerinin böyle olduğu anlaşılmıştır. Bilim insanları emin olmasalar bize neden böyle olduklarını açıklasınlar ki.” (K-16)

Bazı öğrenciler ise bilimsel bilgilerin zamanla değişmeyeceğini düşünmekle birlikte atom ve dinozorlar ile ilgili soruda bilim insanlarının kesin sonuçlara sahip olmadıklarını ileri sürmektedirler. Örneğin K-21 ankette verdiği cevapta ve mülakatta şu ifadeleri kullanmıştır:

“Bir konu hakkında birçok bilim insanı çalışıyor. Çeşitli sonuçlar ortaya koyuyor. Sonra bunlar bir araya gelip tartışıyorlar. Yani bunların doğruluğu kanıtlanıyor. Üzerinde çok uzun çalışmalar yapılıyor. Bu nedenle de değişmezler. Hem bilim insanlarının söylediklerinin arkasında durmaları gerekir. Geçen sene fen kitabımızda atom hakkında değişik görüşler olduğu yazıyordu. Dinozorları ise bilim insanları gözleri ile görmediler bu yüzden emin olamazlar. Onlar hakkında bilinmeyen veya yanlış bilinen şeyler olabilir.” (K-21)

K grubu öğrencilerinin %4'lük bölümü bilimin doğasının geçici unsuru hakkında zayıf görüşlere sahiplerdir. Bu gruptaki öğrenciler düşüncelerini şöyle savunmaktadırlar:

“Bilim insanları birçok çalışma yaparlar. Uzun zaman çalışıp deney yapmadan bize bir şey söylemezler. İyiye emin olduktan sonra açıklama yaparlar. Bu nedenle bilimsel bilgiler değişmez.” (K-9)

Bilimin DeneySEL Unsuru: Fen bilimlerinin deney ve gözlemler yoluyla elde edilen delillere ihtiyaç duyduğu, bu özelliğin fen bilimlerinin diğer bilimlerden ayıran temel özellik olduğu noktasında öğrencilerin sadece %14'ü yeterli görüş bildirmiştir. Bu gruptaki öğrenciler deney sonucu elde edilen kanıt ile bilim insanlarının ürettikleri sonuçların aynı olmadığını, deney verilerinin sonuca varmada bir araç olduklarını fark etmişlerdir. Bir öğrencinin şu cümlesi bu duruma güzel bir örnektir:

“Fen bilimlerinde kafamızda oluşan sorulara deneyler ile yanıt buluruz. Deney yaparsak mantıklı sonuçlara ulaşabiliriz. Atom konusunda bilim insanlarının nasıl deneyler yaptığını bilmiyorum ama mutlaka bazı deneyler yapmışlardır. Dinozorlardan kalan fosillere yani günümüze gelen kalıntılara bakarak çok eskiden bu canlıların yaşadığı anlaşılmıştır.” (K-4)

Öğrencilerden biri ise mülakatta bu konudaki düşüncesini şöyle dile getirmiştir: “Dinozorlar nesli tükenmiş canlılardır. Onları biz görmedik bilim insanları da görmediler. Ama fosiller bulunmuştur. Bu fosiller laboratuarda incelenmiştir. Kaç yıl öncesine ait olduğu tespit edilmiştir. Sonra bu kemiğin hangi canlıya ait olduğunu araştırmışlardır.” (K-21)

K grubu öğrencilerinin %53’nün uygulama öncesinde öğrencilerin bilimin doğasının deneysel unsurunda değişken görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu gruptaki öğrenciler, deney ve gözlemlere dayalı bir bilim dalı olmanın fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran özellik olduğunu ifade edememişlerdir. Bu durumu ifade edebilenler ise dinozorların geçmişte yaşadıklarının nasıl anlaşıldığı veya atomun yapısı ile ilgili bilgilere nasıl ulaşıldığı noktasında deneysel verilerden söz etmemişlerdir. K-6’nın ankete yazdığı şu cümleler bu duruma örnek verilebilir:

“Fen bilimleri doğayı ve canlıları inceler, tarih ise geçmiş insanları yani farklı konular ile ilgilenirler. Fen bilimlerinde deneyler el becerilerimizi geliştirir. Bilim insanları dinozorların varlığını onlardan kalan kemiklerden veya onlardan kalan başka kalıntılardan anlamışlardır.” (K-6)

Öğrencilerin %33’nün bilimin deneysel unsurundaki görüşleri zayıftır. Bu gruptaki öğrenciler üzerinde çalışılan konuda deneysel verilere ihtiyaç duyulmadığını veya fen bilimlerinde deneylerin üzerinde çalışılan konuyu görmek amacıyla yapıldığını düşünmektedirler.

“Bilim insanları adı üzerinde bilim insanı yani onlar her şeyi bilirler. Dinozorları da bilirler. Onları görmüş olmasalar, rengini görünüşünü bilemezler. Mutlaka görmüşlerdir. Belki eski insanların mağaralara çizdikleri resimlerden görmüşlerdir” (K-12)

“Deney yaptığımız zaman çalıştığımız şeyi görürüz, bütün ayrıntılarını gözlemler somut olarak algılarız, onun ne olduğunu iyice anlarız.” (K-7)

K-18’in mülakat sırasında ifade ettiği şu cümlelerde bu duruma güzel bir örnek oluşturmaktadır.

Mülakatçı: Bir atomun yapısının bu şekilde gösterildiği gibi olduğuna bilim insanları nasıl karar vermiş olabilirler?

K-18: Önce büyük şeyleri parçalara bölüyorlar, bu bölmeler sonunda en küçüğe ulaşıyorlar. Bu en küçük parça üzerinde deney yapıyorlar. Mikroskop mudur? Nedir işte elektron mu yoksa elektronik mikroskobuyla atomu

görüyorlar. Çok zorluyorlar atomları görmek için. İnsan bir şeyi zorladı mı onu görür.

Mülakatçı: Bilim insanları atomu görmezse onunla ilgili bir şey bilirler mi?

K-18: Bilim insanları bir şeyi görmezse onunla ilgili deney yapmazsa o konuda bir şey bilemezler. Deney yapmadan bir şey bilinemez.

Mülakatçı: Pekiyi sen hiç atom gördün mü?

K-18: Atom görmedim ama mikroskopik canlıları görmüştüm. Bizim mikroskoplarımız atomu gösterecek kadar güçlü değil.

Bilimin Doğasının Öznel Unsuru: Bu unsur ile ilgili görüşlerin incelenmesinde anketin 9. sorusu özel önem taşımaktadır. Bu soruda İstanbul depremine ilişkin iki bilim insanının ulaştıkları sonuçlar hakkında öğrencilerden yorum yapmaları istenmiştir. Ayrıca anketin ilk iki sorusuna verilen yanıtlarda bu unsura ilişkin kavramların incelenmesinde önemlidir. Öğrencilerin sadece %5'i bilim insanlarının aynı konu üzerinde farklı sonuçlar ileri sürebileceği konusunda yeterli görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler fen bilimlerini düşünceler üretmek şeklinde tanımlamışlardır. Ayrıca bilim insanlarının sahip oldukları ön bilgilerin, bakış açılarının ve içinde yaşadıkları toplumun ulaşılan sonuçları etkileyebileceğini savunmuşlardır.

“Deney yapıp bilgi topladıktan sonra kendi düşüncelerini de katarak sonuca ulaşıyorlar. Mesela biri daha önce de bu konuda deney yapmış olabilir. Bu eski deneyinde bulduklarını da kendi sonucuna eklemiş olabilir. Yani kendi yorumlarını katıyorlar. Her insanın düşüncesi farklı olduğundan bazen böyle zıt fikirlere de ulaşabiliyorlar. Her ikisinin söylediği de bilimsel bir sonuçtur ve ikisi de doğru olabilir.” (K-17)

K grubunda öğretim uygulamaları öncesinde bilimin doğasının öznel unsurunda değişken görüşlere sahip öğrencilerin oranı %14'tür. Bu gruptaki öğrencilerin fen bilimlerinin diğer bilimlerden farkını öznel nesnel çerçevesinde açıkladıkları, felsefe düşüncedir fen ise bilimdir şeklinde ifadeler kullandıkları dikkati çekmektedir. Bununla birlikte anketin başka bir sorusunda bilim insanlarının kendi tahminlerini ve yorumlarını kullanarak farklı sonuçlar ileri sürebileceklerini, içinde yaşadıkları toplumunda bu sonuçlara etki edebileceğini ifade etmektedirler.

“Felsefe düşüncedir, ama fen bilimleri öyle değildir. Fende sonuçlar açık ve nettir. Bu iki bilim insanı bence biraz deney yapmışlar biraz da kendi

tahminlerini katmışlardır. Belki bir tanesi toplumda endişe yaratmamak için de böyle söylemiş olabilir.” (K-9)

Öğrencilerin %81 gibi çok büyük bir bölümü bilimin doğasının öznel unsurunda zayıf görüşlere sahiptirler. Bu öğrenciler fen bilimlerinin nesnel gerçekleri ortaya koyduğunu düşünmektedirler. Bir konu üzerinde farklı fikirler ortaya çıkıyor ise bu durumun deney hatalarından, deneyde kullanılan malzemelerden kaynaklanabileceğini, aynı verilerin farklı bilim insanları tarafından farklı yorumlanamayacağını savunmaktadırlar. Aşağıda bu görüşleri örnekleyen mülakat konuşmalarından bir örnek verilmiştir.

Mülakatçı: Sence tarih, coğrafya gibi bilimler ile fen bilimleri arasında ne gibi farklılıklar var?

K-19: Fen bilimleri somuttur. Diğer dersler ise düşüncedir.

Mülakatçı: Buradaki iki bilim insanın İstanbul depremi ile ilgili yaptıkları açıklamalar birbiri ile uyumlu mudur?

K-19: Hayır farklı şeyler söylüyorlar.

Mülakatçı: Aynı verilere sahip bilim insanları böyle farklı sonuçlara nasıl ulaşmış olabilirler?

K-19: İkisinin çalışmaları ve gözlemleri farklı olduğu için olabilir.

Mülakatçı: Mesela ne gibi farklı çalışmalar yapmış olabilirler?

K-19: Biri büyük ve teknolojik araçlarla dolu laboratuarlarda çalışmış olabilir. Çok uzun zaman alan çalışmalar yapmış olabilir. Diğer sıradan laboratuarda çok dikkatli davranmadan deneyler yapmış olabilir.

Mülakatçı: Peki aynı deneyleri yapmış olsalar?

K-19: Aynı deneyleri yapsak aynı sonuçlara ulaşırız. Ama farklı deney yaparsak sonuçlar farklı olabilir.

Mülakatçı: Sen ve ben birer bilim insanı olsak aynı deneyleri yapsak farklı sonuçlara ulaşma ihtimalimiz olabilir mi?

K-19: Deney de hata yapmadıysak farklı sonuçlara ulaşma ihtimalimiz olmaz.

Mülakatçı: Sence bu bilim insanlarından hangisi doğru söylüyor?

K-19: Hangisi daha çok çaba göstermiş, daha büyük laboratuarlarda çalışmışsa o doğru söylüyordur.

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcılık Unsuru: Çalışma kapsamında hazırlanan materyallerin uygulanmasından önce K grubunda bilimin kısmen insan hayal gücü ve

yaratıcılığı gerektirdiği noktasında yeterli kavramlara sahip öğrenci bulunmamaktadır. Öğrencilerin %76 gibi büyük bir bölümü bilimsel bilgilerin gelişmesinde bilim insanlarının deneylerin yanı sıra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıkları yönünde görüş bildirmelerine rağmen atom modellerinin oluşturulması ve dinazorların görünüşü ile ilgili açıklamaların yapılmasında hayal gücü ve yaratıcılığın rolü olduğu şeklinde bağlar kuramamışlardır.

“Bence bilimde hayal gücü önemlidir. Bilim insanları deneyler yaparlar, sonra her şeyi bir araya toplayıp tekrar düşünürler, hayal güçlerini de kullanarak sonuca ulaşırlar....Bilim insanları bulunan fosilleri birleştirdiklerinde dinazorun nasıl olduğu bilinir.” (K-16)

Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğunu düşünenlerin genellikle bilim insanlarının hangi konuya çalışacaklarına karar verirken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündükleri görülmüştür.

K-18: Araştırma bir konu seçimi ile başlar. Konuyu seçtikten sonra yapılacak deneylerin nasıl yapılacağı hayal gerektirir. Bilim insanları bir deneyi gerçekten yapmadan önce onu zihninde yapar. Deneyde neler olabileceğini düşünür ve en iyi tasarımı yapmaya çalışır. Sonuca varmada hayal gücü çok fazla kullanılmaz. Çünkü artık her şey yapılmış bitmiştir. Deney sonucu kanıtlar toplanmıştır. Bu kanıtlara bakıp sonuca ulaşılacaktır. Burada hayal gücü kullanılması pek mümkün değildir.

Öğrencilerin %24 ise bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın yeri olmadığını düşünmektedirler. Bu gruptaki öğrenciler hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması durumunda sonuçların hatalı olabileceğini düşünmektedirler. Aşağıda bu düşüncelere örnek bir cümle görülmektedir.

“Eğer hayal güçlerini kullanırlarsa yalan yanlış şeyler söylemiş olabilirler. Söyledikleri doğru olmaz ve bu anlaşıldığında bir daha kimse onlara inanmaz. Bilim insanları meraklıdır. Her şeyin doğrusunu bulmaya çalışırlar. Eğer bir konuda sonuca ulaşamıyorlarsa bıkmadan çalışarak mutlaka onunla ilgili gerçekleri ortaya koyarlar.” (K-17)

Mülakatçı: Bilim insanları çalışmalarında deney ve gözlemlerin yanı sıra hayal gücü ve yaratıcılıklarını da kullanırlar mı?

K-20: Bazen kullanılır.

Mülakatçı: Hangi zaman kullanılır bir örnek verebilir misin?

K-20: Mesela hücre, organlarımız zaten var. Onlar değiştirilemez. Bu nedenle o var olanları bulurken hayal gücü kullanılmaz.

Mülakatçı: Pekiyi ne zaman hayal gücü kullanılır?

K-20: Daha önceden olmayan bilim insanı onu ilk defa kendisi üretirken hayal gücü olur. Mesela robot gibi şeyler üretirken hayal gücü kullanılır. Robotun şekli nasıl olsun diye hayal edebilirler. Ya da yaptıkları bir elektronik aracın şeklini kendi hayallerine göre yapabilirler.

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Bilimsel bilgilerin içinde geliştiği toplum yapısından etkilenmesi noktasında öğretim uygulamalarından önce öğrencilerin %14'ü yeterli görüşler sunabilmişlerdir. Bu gruptaki öğrencilerin hemen tamamı topluma ters düşen çalışmaların kabul görmeyeceğine vurgu yapmışlardır.

“Mesela bir toplumda toprağı kazmak kötü bir şey olduğuna inanılabilir. Eğer bilim insanı toprağı kazarsa toplum onu dışlar. Bilim insanlarının toprağı kazmasına mağaralara girmesine izin verilemeyebilir. Buda bilimi etkiler.” (K-17) “Mesela Müslümanlar için iyi olan bir icat Hristiyanlar için iyi olmayabilir. Yani seçtikleri konunun veya yapacakları icadın kendi dinleri için faydalı olmasını isterler. Kendi dinine uygun icatlar yapmaya çalışır. Mesela kendi dinine değil de başka dinlere uygun icatlar yaparsa toplum onu dışlayabilir. Bu bizim işimize yaramıyor bunu neden yaptın diyebilirler.” (K-19)

K grubu öğrencilerinin %10'luk dilimi bilimin sosyal unsurunda değişken görüşlere sahiplerdir. Bu gruptaki öğrenciler bilim insanlarının sonuçlarına bazen kendi tahmin ve yorumlarını ekleyebileceklerini belirtmekle birlikte bu yorumlara içinde yaşanan toplumun yansımayacağını düşünmektedirler.

“Bilim insanları farklı hipotezler kurabilirler, birazcık tahminlerini de kullanabilirler. Ancak bilim insanlarının düşünceleri bağımsızdır, onlar din, dil, ırk etkilenmezler.” (K-4)

Uygulama öncesinde K grubu öğrencilerinin %76 gibi büyük bir bölümü bilimsel çalışmaların toplumdan bağımsız olduğunu bilim insanlarının içinde yaşadıkları toplumun ırk, din, gelenek ve göreneklerinin yaptığı çalışmaları etkilemeyeceğini düşünmektedirler.

“Bilim insanları Müslüman olabilir veya Hristiyan da olabilir. Bu onların yaptıklarını etkilemez. Bilim başka bir şeydir. Mesela din ile bilimin ilgisi

yoktur. Mesela Newton yerçekimini buldu. Bu bilgi dünyanın her yerinde herkes tarafından aynı şekilde bilinir.” (K-21)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Gözlem ve çıkarım arasındaki farkın anlaşılmasında anketin 5, 6 ve 9. soruları önem taşımaktadır. K grubu öğrencilerinin anket ve mülakat cevapları incelendiğinde bu üç sorunun hiçbirinde bilim insanlarının elde ettikleri deneysel verilerden çıkarımlarda bulundukları şeklinde cevaplara rastlanamamıştır. Başka bir ifade ile uygulama öncesi K grubunda bilimin çıkarıma dayalı unsurunda yeterli kavramlara sahip öğrenci bulunmamaktadır. Öğrencilerin %14 gibi küçük bir bölümü değişken kategorisinde bulunmaktadır. Bu gruptakiler sorulardan en az birinde çıkarımda bulunmayı im etmişlerdir.

“Bilim insanları atomu göremezler. Bazı deneyler yapmışlardır, sonra bu deneylerde bulduklarının hepsini bir araya getirmişler, bunları düzenleyip yorum yapmışlardır.” (K-16)

Öğrencilerin %86 bilim insanlarının yaptıkları deneylerde gözlemlediklerinin elde edilen sonuçlar olduğuna inanmaktadırlar. Başka bir ifade ile görmenin bilmek olduğunu düşünmektedirler. Bu duruma örnek olabilecek cümleler anketlerde şu şekilde ifade edilmiştir.

“Dinozor kemiklerini bir araya getirirler, dinozorun şekli ortaya çıkar.” (K-13)

“Madenciler kömür ararken bir altın bulmuşlar. Altının içinde sivrisinek kanı varmış. Bu kandan birden bire bir dinozor canlanmış. Bu canlı dinozoru inceleyen bilim insanları dinozorların nasıl bir görünüşü olduğunu anlamışlardır.” (K-10)

Mülakat sırasında öğrencilerin şu düşünceleri de bu duruma örnek gösterilebilir.

Mülakatçı: Bilim insanları dinozorların boyu, göz rengi, deri rengi gibi fiziksel özelliklerini bize söylüyorlar. Sence bu sonuçlara nasıl ulaşmış olabilirler?

K-17: Bulunan kemikleri birleştirerek bir şekil oluşturmuş olabilirler.

Mülakatçı: Tamam boyunun veya kuyruğunun nasıl olduğunu kemikleri birleştirerek bulmuş olabilirler. Sence deri ve göz rengini nasıl anlamış olabilirler?

K-17: Kemiklerin içindeki yapının yani dokuların veya DNA’ların incelenmesi ile olabilir.

Tablo 25. D grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
D 1		x				x			x		x		x					x
D 2		x			x				x		x				x			x
D 3		x			x			x		x					x		x	
D 4			x		x			x			x				x		x	
D 5			x		x				x		x				x			x
D 6		x		x					x		x				x			x
D 7			x		x				x		x				x			x
D 8		x			x				x		x				x		x	
D 9	x				x			x			x		x					x
D 10	x			x					x	x					x			x
D 11			x		x				x		x				x			x
D 12	x			x			x				x				x		x	
D 13			x			x			x			x			x			x
D 14		x				x		x		x					x		x	
D 15			x		x		x				x			x			x	
D 16	x				x		x				x				x		x	
D 17		x		x				x				x	x				x	
D 18	x			x					x		x		x					x
D 19	x			x				x			x				x		x	
D 20		x			x				x			x			x			x
D 21																		
D 22																		
f	6	8	6	6	11	3	3	6	11	3	14	3	4	1	15	0	9	11
%	30	40	30	30	55	15	15	30	55	15	70	15	20	5	75	0	45	55

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Işık ünitesinin öğretimi yapılmadan önce D grubu öğrencilerinin %30'u bilimin doğasının geçici unsurunda yeterli görüşler sunabilmiştir. Öğrencilerin %40'ının değişken, geriye kalan %30'unun ise zayıf kategorisinde oldukları belirlenmiştir.

Yeterli örnek: “Dünyada gün geçtikçe her şey geliyor. Teknoloji de hızla geliyor. Bilim insanları her gün daha ayrıntılı çalışmalar yapıyor ve yeni şeyler bulabiliyorlar. Atom hakkında bugün bazı bilgilere ulaşılmıştır ama bu konuda her şeyi bilmiyoruz. Çok eskiden yaşamış bir hayvanın nasıl görüldüğünden de tam olarak emin olamayız.” (D-9)

Değişken örnek: “Bilim insanları araştırarak bir şeyleri ortaya koyarlar. Bu nedenle bilgiler değişmez. Atom ile ilgili her şey henüz bulunamadı. Belki ileride atom hakkında daha çok şeyler öğrenebiliriz.” (D-3)

Mülakatçı: Bilim insanları sürekli çalışmalar yapıyorlar. TV de, gazetelerde birçok yeni bilgi okuyor veya duyuyoruz. Bu bilgilerin bazıları kitaplarımızda da var. Sence bugün kitaplarımızda yazan bu bilgilerin gelecekte değişeceğini düşünür müsün?

D-17: Değişebilir

Mülakatçı: Niçin böyle düşünüyorsun?

D-17: Bilim insanları sürekli çalışıyor ve her gün yeni şeyler buluyorlar. Yani bilgiler değişiyor. Atom hakkındaki bilgilerimizde değişmiştir. Bu konuda altı-yedi tane bilim insanı farklı şeyler söylemiştir.

Mülakatçı: Söz ettiğin bu altı yedi bilim insanı atomun yapısına nasıl karar vermişlerdir?

D-17: Deneyler sonucunda belki mikroskopla bakmışlardır.

Mülakatçı: Sen hiç atom gördün mü?

D-17: Kitaplarda resmini gördüm

Mülakatçı: Sence kitaplardaki bu atom resimleri %100 doğru mudur?

D-17: Evet. Yanlış olamaz yanlış olsa kitaplara konmazlar. Çok eskiden olsa belki yanlış olurdu. Ama artık teknoloji çok gelişti. Atomun ne olduğunu anlayacak teknolojiye sahibiz. Şimdi adlarını tam olarak sayamayacağım ama altı veya yedi tane bilim insanı atom konusunda çalışmış. Artık atom hakkında kafalarda soru işareti kalmamıştır.

Zayıf örnek: “Bilim insanlarının söylediği şeyler gerçektir. Gerçek olduğu için de bu bilgiler değişmez” (D-4), “Ben bilgilerin değişeceğine inanmam. Birçok araştırma sonucu bu bilgiler bulunmuştur.” (D-7)

Bilimin Deneyisel Unsuru: Uygulama öncesinde D grubundaki öğrencilerin %30’u bilimin deneyisel unsurunda yeterli görüşlere sahiptir. %55 gibi büyük bir bölümün değişken, %15’lik dilimin ise zayıf görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yeterli örnek: “Fen bilimlerinin en önemli özelliği deneylerdir. Deney olmaz ise bilim insanları hiçbir şey öğrenemez. Atom hakkında birçok deney yapmış olmalılar. Edison’nun ampülü defalarca deneyerek bulması gibi. Dinozorlardan

kalan izler, onlara ait parçacıklar olmasaydı onların yaşadığını anlayamazdık.”
(D-6)

Değişken örnek: “Fen bilimleri deneyseldir. Başka hiçbir derste deneyler yoktur. Deneyler olmaz ise hiçbir şey öğrenemeyiz. Söylenenlerin ne kadar doğru olduğunu anlayamayız. Bilim insanları dinozorlardan kalan kalıntılardan yola çıkarak onların bir zamanlar yaşadıklarını anlarlar. Atomun yapısının nasıl anlaşıldığını bilmiyorum” (D-2) “İnsanlar maddelerin içinde neler olduğunu merak etmişlerdir. Sonra bunu araştırmaya başlamıştır. Yaptıkları deney ve araştırmalar maddenin içinde küçük şeyler olabileceğini düşündürmüştür. Bu küçük taneciklere atom demişlerdir. Dinozorların yaşadığı dönemlerde yaşan insanlar mutlaka vardır. O dönemki insanlar dinozorları deftere kaydetmişlerdir. Sonraki insanlar bu defterleri bulduklarında eskiden kocaman zürafa benzeri yaşadığını anlamışlardır.” (D-8)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri insanların yararına çalışır. Mesela sağlığımızla ilgilenir. Ama başka bilimler insanlara yarar sağlamasalar da olur. Fen bilimlerinde deneyler bilgilemek için önelidir. Mesela biz fen dersinde deney yaparız ve bir şeyler öğreniriz.....Bilim insanları atomun yapısını düşünerek veya bilgisayardan görerek bulmuşlardır. Dinozorların yaşadığı dönemde yaşamış insanlar mutlaka vardır. Dinozorları gören insanlardan bilgi alarak onların yaşadığını bilirler diye düşünüyorum” (D-1)

Bilimin Öznel Unsuru: Aynı konu üzerinde, benzer verilere sahip bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşabileceği noktasında %15’lik öğrenci grubu yeterli görüş sunmuştur. %30’luk öğrenci grubu değişken görüşler sergilerken, %55 kesimin görüşleri zayıf kategorisindedir.

Yeterli örnek: “Bilim insanları deneyler yaparak atomun yapısını anlamışlardır. Ancak atom hakkında birçok görüş vardır. Bilim insanları bir araya bu konuda tartışmışlardır. İstanbul depremi hakkında farklı görüşler söyleniyor burada olabilir. Her bilim insanı aynı şeyleri düşünmek zorunda değildir.” (D-12)

Mülakatçı: Bu sorumuzda İstanbul depremi üzerine çalışan iki bilim insanı var. Bunlar nasıl sonuçlara ulaşmışlar?

D-16: Birinci bilim adamı depremin çok kısa bir zaman içinde ve çok büyük olacağını etkilerinin çok zarar verici olacağını düşünüyor. İkinci ise daha iyimser sonuçlara ulaşmıştır.

Mülakatçı: Aynı konu üzerinde çalışan bu bilim insanları nasıl farklı sonuçlara ulaşmış olabilirler?

D-16: Deney ile ulaşamadıkları bazı noktalar olmuştur. Buraları kendi hayal güçlerini kattıklarında başka sonuçlara ulaşmışlardır.

Mülakatçı: Bunlardan hangisinin doğru söylediğine karar verebildin mi?

D-16: Hayır. Zaten bilim insanları da tam olarak bilmiyorlar. Kendi tahminlerini de katıyorlar. Sonuçta bunlar biraz deney birazda tahminler sonucu ortaya çıkmış açıklamalardır. Bilim insanlarının kendisi de emin olamazlar.

Değişken örnek: “Fen bilimleri daha çok araştırmalar ile sonuca ulaşır. Yani bir bilgi dünyanın her yerinde aynıdır. Deprem hakkında farklı sonuçlar var. Bazen böyle tam sonuca ulaşamadığı olabilir. Bilim insanları kesin kanıtlara ulaşamadığından biraz kendi düşüncelerini de katmış olabilirler. Bunlardan ikisi de doğru söylüyor olabilir.” (D-3)

Zayıf örnek: “Bilim insanları birçok araştırma ve deney yaparak bu bilgilere ulaşırlar. Bir kişi değil birçok bilim insanı bir araya gelerek karar verirler. Bu bilgiler doğrudur ve bütün dünya bir araya gelse bunları değiştiremez. Bilim bütün dünya içindir.”

“Burada bu iki bilim insanı da deneyler yapmış olmalı. İkisi farklı deneyler yapmış olabilir. Bunlardan biri doğru söylemiştir. Hangisinin doğru söylediğini anlamak için on veya on beş kişilik bir grup bir araya gelip yeni bir deney yapmalıdır.” (D-8)

Mülakatçı: İki bilim insanı var. Bunlar İstanbul depremini araştırıyorlar. Bunlardan biri çok büyük bir deprem olacağını ve dev deniz dalgalarının oluşacağını düşünüyor. Diğeri ise bunun tam tersine depremin büyük olmayacağını ve deniz dalgalarının oluşmayacağını söylüyor. Sence aynı verilere sahip iki kişi böyle farklı sonuçlara nasıl ulaşmış olabilir?

D-20: Mesela biri farklı kaynaklardan araştırma yapmış olabilir. Yanlış deneyler yapmış olabilir. Belki biraz kendi fikirlerini de katmışlardır. Belki birazda hayal gücü ve yaratıcılıklarını da kullanmışlardır. Gerçi öyle bilim de

çok görüş, hayal gücü falan pek katılmaz. Ama belki burada katılmış olabilir. Bence böyle farklı sonuçlara ulaşma bilim de çok sık rastlanan bir durum değildir.

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Bilimsel bilgilerin gelişmesinde insan hayal gücü ve yaratıcılığının etkisinde %15'lik öğrenci grubunun görüşlerinin yeterli kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. D grubunun %70 gibi büyük bir bölümü bilimin doğasının bu unsurunda değişken görüşlere sahiptir.

Yeterli örnek: “Bilim insanları önce deney ve araştırma yapar. Sonra elde ettiği verileri bir düzen haline getirmesi gerekir. Bu aşamada hayal gücünü kullanır. ...Atomun yapısı bilim insanlarının oluşturdukları tasarımlardır. Bu modeller gerçekte yoktur. Bunlar bir düşünce tasarımıdır.” (D-14)

Değişken görüşlere güzel bir örnek şöyledir:

Mülakatçı: Sohbetimizi sırasında sık sık bilim insanları araştırma ve deneylerden söz ettin. Pekiyi sana göre bilim insanları çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını da kullanırlar mı?

D-15: Kullanırlar. Mesela deney yaptılar. Deney sonucunda çok az bilgi bulmuşlardır. O zamanda şurasını şöyle yapalı, bununla bunu karıştıralım, buraya şöyle bir şey çizelim diyebilirler. Böyle eksikleri hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanarak tamamlarlar.

Mülakatçı: Burada bir dinozor resmi de verilmiş. Bir dinozorun görünüşünü tarif edebilir misin?

D-15: Kuyruğu var, ağzı büyük gözleri iri, yeşil renkli.

Mülakatçı: Dinozorların senin tarif ettiğin gibi olduğunu bilim insanları nasıl anlamış olabilir?

D-15: Belki önceden kalan kemikleri bulup, onları birleştirmiş olabilirler. Boyu böyle olmuştur.

Mülakatçı: Pekiyi deri ve göz rengini nasıl bilmişlerdir?

D-15: Bulunan kemiklerin üzerinde yeşil renk vardır. Bu nedenle de derisi yeşildir demişlerdir.

Zayıf örnek: “Bilim insanları bir konu seçer, plan yaparlar. Sonra deneyler yaparlar. Fende her şey deneyler ile mümkün olur.” (D-13)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: D grubu öğrencilerinin %75'i bilimsel çalışmaların toplum yapısından etkilenmeyeceğini savunmaktadır. %20'lik kesim ise bilimin sosyal kültürel unsurunda yeterli kavramlara sahiptir.

Yeterli örnek: “Bilim insanları adı üzerinde insan, onların inançları var, onları dinleyen vatandaşları var. Bütün bunlar bilim insanlarını etkiler.” (D-1)

“Bilim toplumun ihtiyaçları neyse o konulara daha çok önem verebilir.” (D-9)

“Bilim insanların da toplumun içinden bir parça olduğunu unutmamak gerekir. Toplumun özelliklerinin onları etkilemesini çok doğal buluyorum. Örneğin Luis Pastör toplumda görülen bir hastalık sonucu kuduz aşısını bulmuştur.” (D-17)

Değişken görüşlere örnek aşağıda sunulmuştur:

Mülakatçı: Toplum ve bilim arasındaki ilişkiler noktasında farklı görüşlere sahip iki grup var. Bunlardan birine göre; içinde yaşanılan kültür, din, gelenek ve göreneklerin bilim insanlarının çalışmalarını ve ulaştıkları sonuçları etkiler. Diğer grup ise toplum yapısının bilimi etkilemediğini düşünmektedir. Sen bunlardan hangisine katılıyorsun?

D-15: Bilim geliştikçe toplum yaşamı da değişir. Örneğin bizim yaşantımız dedelerimizin yaşantısı ile aynı değil bunda bilim ve teknolojinin de etkisi var. Ama şimdi birinin Türk olması yaptığı deneyleri etkiler mi bilmiyorum. Yani bilim insanları her zaman aynı şeyleri söylemeyebilir. Düşünceler farklı olabilir. Mesela dinazorların şeklini farklı farklı tarif edebilirler. Ama bunun din ile veya gelenekler ile ilgisi olmaz diye düşünüyorum.

Zayıf örnek: “Bence toplum bilimi etkilenmez. Mesela bize göre dünya yuvarlak, Amerikalıyı ve Afrikalıya göre de dünya yuvarlaktır. Bu değişmez. Dünyanın her yerinde aynıdır. Yani bu bilime dayalıdır. Bilimde kültürün falan alakası yoktur.” (D-16)

Mülakatçı: Sence bir toplumun dini inançları, gelenek görenekleri bilimin insanının çalışmalarını etkiler mi?

D-20: Hayır etkilemez. Bilim her yerde bilimdir. Bilim ile bizim gelenek ve göreneklerimiz arasında hiçbir ilişki olamaz. Çünkü bilim, bilim insanlarına ait kanıtlanmış düşüncelerdir. Ama dini inanç, gelenek görenekler her yere göre hatta aynı ülkenin bölgeleri arasında bile değişiyor. Bilim insanlarının bize sunduğu şeyler bölgelere göre değişmiyor hepimiz için aynıdır.”

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Fen bilimlerinde sonuca ulaşmak için bilim insanlarının deney sonucu elde edilen verilere bağlı olarak, kendi ön bilgi, düşünce vb. katarak çıkarımlarda bulundukları noktasında yeterli görüşler sunan öğrenci bulunmamaktadır. Öğrencilerin %45'i bazı sorularda bilim insanlarının sonuçlarına kendi yorumlarını kattığı, sınırlı sayıdaki veriden çıkarımlarda bulundukları şeklinde ifadelere rastlanmıştır. Bu nedenle görüşleri değişken kategorisinde ele alınmıştır. D grubu öğrencilerinin %55'i bilim insanlarının üzerinde çalıştıkları bir konuda sonuca ulaşmak için mutlaka onu görmeleri gerektiğine inanmakta, bilmeyi görmeye eş olarak kabul etmektedirler.

Değişken örnek: “Bilim insanları deney yaparlar. Ama kendi düşüncelerini de kullanırlar. Biraz da neler olabileceğini tahmin ederler. Dinozorların kemiklerinden onların şeklinin nasıl olduğu anlaşılabilir.” (D-4)

Zayıf örnek: “Dinozorlardan kalan kemikleri uç uca ekleyerek dinozorun nasıl bir şey olduğunu anlamışlardır.” (D-2)

Mülakatçı: Bilim insanları atomların yapısına nasıl karar vermişlerdir sence?

D-18: Atom kavramını ilk önce Demokritos kullanmıştır. Bu kişi her cismin atomunun aynı olduğunu söylemişti. Dalton ise her cismin atomunun farklı olduğunu söylemişti.

Mülakatçı: Bu sonuçlara nasıl ulaşmış olabilirler?

D-18: Tam olarak bilmiyorum ama çeşitli cisimleri incelemişlerdir. Hepsinin atomlarına bakmışlardır. Sonra hepsindeki ortak yönler göre çizim yapmışlardır.

Mülakatçı: Bilim insanları atomu görmüşler midir?

D-18: Evet görmüşlerdir. Görmeseler böyle bir şey çizemezler. Çizseler de o kesin bir doğru olamaz. Bu durumda insanları kandırmış olurlar. Buda çok kötü bir davranıştır.

Tablo 26. G grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=21	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
G 1		x				x		x			x				x		x	
G 2		x			x				x		x		x					x
G 3		x				x			x		x		x					x
G 4		x		x					x		x		x					x
G 5	x					x			x		x			x				x
G 6		x				x			x		x			x				x
G 7		x				x			x			x			x			x
G 8			x		x				x			x			x			x
G 9	x				x			x			x				x		x	
G 10		x			x				x		x			x				x
G 11		x		x			x				x				x		x	
G 12	x				x				x			x			x		x	
G 13		x			x			x				x			x			x
G 14		x				x			x			x			x		x	
G 15		x			x				x		x		x				x	
G 16	x				x				x			x			x		x	
G 17	x				x				x			x			x			x
G 18			x			x			x			x			x			x
G 19			x		x				x		x		x					x
G 20		x				x			x			x		x				x
G 21		x				x			x		x		x					x
G 22																		
f	5	13	3	2	10	9	1	3	17	0	12	9	6	4	11	0	7	14
%	24	62	14	10	48	42	5	14	81	0	58	42	29	19	52	0	33	67

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Bilimsel bilgilerin zamanla değişip gelişebileceği noktasında uygulama öncesinde G grubu öğrencilerinin %24'ü yeterli kategorisindedir. Öğrencilerin yarıdan fazlası %62'si anketin bazı sorularında bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceği cevabı verirken bazı sorularda bilimsel bilgilerin kesin olduğu fikrini savunmuşlardır. %14'lük kesim ise bilimsel bilgilerin asla değişmeyeceğine inanmaktadır. Aşağıda yeterli görüşlere bir örnek görülmektedir.

Mülakatçı: Fen kitaplarımızda birçok konu var. Mesela...

G-5: Işık, ses, vücudumuz, atomlar gibi

Mülakatçı: Sence on yıl sonra kitaplarımızda yazanlar değişir mi?

G-5: Bence değişebilir. Çünkü teknoloji hızla geliyor. Şimdi elimizdeki mevcut araçlarla bir konu hakkında bunları biliyorsak, on sene sonra yapılacak

daha gelişmiş araçlarla yeni yeni şeyler bulunabilir. Bu sebeple bilgilerimiz değişebilir. Mesela atomlar, atom hakkında birçok şey biliyoruz ama bildiklerimiz tamam değil. Belki ileriki zamanlarda yeni araçlarla atom daha iyi incelenebilir. Atomun yeni parçaları olduğu veya şeklinin başka türlü olduğu anlaşılabilir.

Mülakatçı: Bilim insanları dinazorların neye benzediği örneğin derilerinin rengi, gözlerinin şekli, ağızlarının şekli gibi eminler midir?

G-5: Bilim insanları çok iyi ve ince araştırmalar yapmadan bir şey söylemezler. Bence dinzorları da ayrıntılı bir şekilde araştırmışlardır. Ama belki eksik veya yanlış bir şeyler olabilir. İleri de bazı değişiklikler olabilir.

Değişken görüşlere bir örnek aşağıda görülmektedir.

Mülakatçı: Her gün bilimsel bilgilerimize yeni şeyler ekleniyor. Kitaplarımızda da birçok bilgi var. Sence bilimsel bilgilerimiz zamanla değişebilir mi?

G-3: Bence değişebilir. Mesela milattan öncesinde bilim insanları hücreyi bulmuşlardır. Sonra atomu bulmuşlardır. Teknoloji gelişince atom keşfedilmiştir. Günümüzde de teknoloji çok hızlı ilerliyor. Bu nedenle gelecekte yeni şeyler bulunabilir. Mesela atom değil de başka bir kavram değişebilir. Mesela eskiden bazı besinlerin sağlık için yararlı oldukları söyleniyordu ama şimdi sağlık için kötü deniyor. Kaç yıldan beri yanlış besleniyormuşuz.

Mülakatçı: Atom hakkında bildiklerimiz niçin değişmez?

G-3: Bence şimdiye kadar atom ile ilgili çok araştırma yapılmıştır. Hem atomu inceleyecek yeterli teknolojiye de sahibiz. Bu nedenle birçok bilgiye ulaşılmıştır. Bu çalışmalar yeterlidir bence bu nedenle atomun yapısı kesin olarak bilinmektedir.

Mülakatçı: Bilgilerimize yeni bilgiler eklenebilir. Pekiyi bugün bildiklerimiz yanlış olabilir mi?

Zayıf örnek: “Bilgiler değişmez. Mesela vücudumuzda sitemler bunlar geçmişte ne ise şimdi de odur. Maddeler atomlardan oluşur. Mikroskopla inceleyip atomları bulmuşlardır. Dinazorlar aynen buradaki resimde verildiği gibidir. Çünkü bilimciler meraklıdır, bir şeyi yapabilmek için çok çaba harcarlar. İnatla çalışıp doğruyu bulurlar.” (G-8)

Bilimin Deneyisel Unsuru: G grubu öğrencilerinin %10'u fen bilimlerinin deneyisel olması ile diğer bilimlerden farklılaştığı, bilim insanlarının deney ve gözlemler sonucu elde edilen verilerden sonuçlara ulaştıkları şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Öğrencilerin %48'nin görüşlerinin değişken kategorisi kapsamında olduğu belirlenmiştir. Fen bilimlerinin deneyisel unsurunda %42 gibi büyük bir bölüm zayıf görüşlere sahiptir. Yeterli görüşlere bir örnek aşağıda verilmiştir.

Mülakatçı: Bir zamanlar dinazorlar yaşamış

G-4: Evet nesli tükenmiş canlılar

Mülakatçı: Evet, milyonlarca yıl önce dinazorların yaşadığı nasıl anlaşılmış olabilir?

G-4: O zamanlardan günümüze kalan fosillerden yola çıkarak. Mesela bazı parçalar bulmuşlardır. Bunları incelediklerinde anlamışlardır.

Mülakatçı: İnceleme nedir?

G-4: Bir şeyleri gözlemlemek sonra deney yapmak yani onun hakkında daha çok bilgi edinmek. Mesela biz ısı konusunda bir deney yapmıştık. Deneyde metal bir halkayı ısıttık ve delikten geçmedi. Yani ısınınca metal genleşti ve halkanın içine sığmadı.

Değişken örnek: “Fen insanın kendi yaşantısını daha çok etkileyen bir daldır. Başka dersler ile böyle değildir. Mesela tarihte başkasının yaşantısını öğreniriz. Her şeyin bir birimi vardır. Maddelerin birimi atomdur. Maddeler bir makineye konduğunda atomların şekli incelenebilir. Toprak altında kalan kemikler ve diğer fosiller dinazorların varlığına işaretler. Bu kalıntılar kontrol edilip başka canlılar ile karşılaştırılarak yaşadıkları anlaşılır.” (G-12)

Mülakat sırasında şu açıklamalar zayıf görüşlere bir örnek oluşturmaktadır.

Mülakatçı: Sence fen bilimleri ile tarih, coğrafya, felsefe gibi bilimlerin arasında ne gibi farklar vardır?

G-1: Fen bilimleri öncelikle deneye dayalıdır ve geleceğe yöneliktir. Geçmiş ile çok fazla ilgilenmez. Gelecekte yaşantımızı kolay hale getirmek için buluşlar ve icatlar yapar. Bu nedenle de teknoloji gerektirir. Daha çok görsel olarak anlatılır ve anlaşılır. Sosyal bilimler ise geçmişe dayanır. Geçmişten iz sürer. Fen bilimleri geleceğe bakar.

Mülakatçı: Buluş ve icattan söz ettin. Bana buluş ve icadın ne olduğunu tarif edebilir misin?

G-1: Yani bunların ikisi de aynı şeyler. İnsanoğlu için yararlı bir şeyler olması, insanların hayatını kolaylaştıran bir şeyler olması lazımdır.

Mülakatçı: Bir icat örneği verebilir misin?

G-1: Bilgisayar, cep telefonu

Mülakatçı: Bir şeye icat dememiz için mutlaka bir araç mı olmalıdır?

G-1: Evet veya aşı gibi bir şeylerde olabilir. Çünkü oda insan sağlığı için gereklidir. Ödül alan bilim insanları genellikle fizik veya kimya ya da biyoloji yani sağlıkla ilgili bir şeyler yaparak ödül alıyorlar.

Mülakatçı: Birde görsellik kavramının kullandın. Görsellikle anlatmak istediğin nedir?

G-1: Mesela fen dersinde işlediğimiz konularda deney, model, poster gibi bir şeyler ile işliyoruz. Yani konuyu görsel olarak işliyoruz. Bir olayın nasıl gerçekleştiğini görürüz. Somut oluyor. Yani deney yaparak her şeyi görüyoruz.

Mülakatçı: Sence bilim insanları atomun yapısına nasıl karar vermişlerdir?

G-1: Tam olarak bilmiyorum ama bir şeyler duymuştum doğru olup olmadığını bilmiyorum. Eski çağlarda bir vazo kırılmış, bilim insanları bu kırıkları daha küçük parçalara ayırmışlar. Daha da küçük parçalara ayırmışlar ve en küçük parçalara atom demişlerdir. Atom kavramını bulduktan sonra mikroskopla incemişler ve atomların yuvarlak olduğunu görmüşlerdir.

Bilimin Öznel Unsuru: G grubunda Işık ünitesinin öğretimine başlanmadan önce öğrencilerden sadece %5'i bilimin öznel unsurunda yeterli görüşler sunabilmiştir. Öğrencilerin %81'nin fen bilimlerinin nesnel olduğuna inandıkları, aynı konu üzerinde çalışan bilim insanlarının aynı verilere sahip olduğunda farklı sonuçlara ulaşamayacağını, farklı sonuçların deney hatasından kaynaklanacağını düşündükleri tespit edilmiştir. %14'lük bir kesim ise bazı sorularda bilimin nesnelliğine vurgu yaparken bazı sorularda bilim insanlarının verileri farklı yorumlamasının olağan bir durum olduğundan söz etmişlerdir.

Yeterli örnek: “ Önce bazı kanıtlar bulunur. Diyelim ki biraz kanıt bulundu sonra bunlar yorumlanır. Böylece karara varılır. Yorumlarla sonuç söylenince farklı şeyler ortaya çıkabilir. Ne kadar çok kanıt bulunursa bilgi desteklenir.”

(G-11)

Değişken görüşlere bir örnek şöyledir:

Mülakatçı: Bilimsel bilgilerimiz zamanla değişebilir mi?

G-1: Bilimsel bir açıklama veya bir teori kesin olarak doğrudur. Ve bu bilgi dünyanın her yerinde doğrudur, bilgiler nesneldir. Mesela Amerika’da sorsanız Dünya güneş etrafında döner, Türkiye’de de sorsanız aynıdır. Ama bugün bilmediğimiz şeyler mutlaka var. İleride bunlar keşfedilebilir.

Mülakatçı: Bu sorumuzda da fikir ayrılığına düşen bilim insanları var.

G-1: Evet biri deprem büyük bir deprem olacak diyor diğeri tam tersini söylüyor. Tusunami için de zıt şeyler söylüyorlar.

Mül: Sence aynı verilere sahip bilim insanları nasıl farklı sonuca ulaşır?

G-1: Bilim insanlarının bazı bilgiler olabilir ama sonuca ulaşmak için bunları yorumlamak gerekir. Farklı yorumlar farklı sonuçlara yol açar.

Mülakatçı: Pekiyi bizim yorumlarımıza etki eden faktörler neden olabilir?

G-1: Mesela bilim insanlarının gördükleri eğitimler farklı olabilir. Geçmişte farklı eğitimler almış iseler, farklı bilgilere ve yöntemlere sahip olabilirler. Belki de yaşam tarzları da etkili olabilir. Belki tecrübeleri farklıdır.

Zayıf örnek:

Mülakatçı: İki farklı sonuç ileri süren bu bilim insanlarından sen hangisine inanırsın?

G-2: Ben ikisine de inanmadım. Bunlar farklı yönlerden farklı şekillerden girdikleri için farklı sonuçlara ulaşıyorlar. İnsanların kafasını karıştırıyorlar.

Mülakatçı: Farklı şekiller ile anlatmak istediğin nedir?

G-2: Mesela biri önce depremin nasıl oluşacağına odaklanırken, diğeri zararlarının neler olacağına daha fazla dikkat etmiş olabilir. Biri zamanına diğeri ne kadar zarar vereceği üzerinde daha fazla durmuştur. Yani sonuca ulaşmak için farklı yolları kullanmışlardır. Karışık yollardan gitmişlerdir düzenli çalışmamışlardır. Ama bence bilim adamı bir şey söylerde sonra o gerçekleşmez ise o halkın gözünde güvenini kaybeder. Bir hata yaptığında bilim adamından insanlar şüphe ederler. Bu nedenle bilim insanları söyledikleri sonuçlarına dikkat etmelidirler. Böyle karışık karışık yollar ile deney yapmamalıdır. Tertipli düzenli aşamaları belli olan deneyler yapmalıdırlar. Böylece bize kesin sonucu söylemelidirler.

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Öğrencilerin %58’i bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcı düşüncelerinin bilimsel çalışmalarda önemli olduğu şeklinde görüş bildirdikleri ancak bu düşüncelerini atom modellerinin oluşturulması ve dinozorlarının

fiziksel görünüşleri hakkında karar varılmasında kullanamadıkları belirlenmiştir. G grubunun %42'si ise fen bilimlerinin deney ve gözleme dayandığı, hayal gücü ve yaratıcılığın doğru sonuçlara ulaşmayı engelleyeceğini düşünmektedirler.

Mülakat sırasındaki şu ifadeler değişken görüşlere örnek oluşturmaktadır:

Mülakatçı: Bilim insanları çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?

G-6: Onlar hayal gücü gelişmiş insanlardır. Zaten hayal gücü olmasaydı bilim de olmazdı.

Mülakatçı: Sence bir bilim insanı çalışmasının hangi aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığını kullanır?

G-6: Önce hangi konuda ne yapmalıyım diye düşünülür. Teknoloji tasarım dersinde biz böyle yapıyoruz. Yapacağımız şeyi kendi zihnimizde canlandırıyoruz. Onlarda bence böyle yapıyorlardır. Ne yaparsam neler olur diye kafalarında kuruyorlardır.

Mülakatçı: Pekiyi sonuca varmada kullanılır mı?

G-6: Bu aşamada çok fazla kullanılmaz. Çünkü çıkan sonuç kesin olmalı ve sonuçtan emin olmalıyız.

Zayıf örnek: “Bilim insanları deney ve gözlem yapar, birçok kaynaktan araştırma yaparak bize iletirler. Araştırma ve incelemeyle karar varırlar.” (G-7)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği noktasında G grubu öğrencilerinin %29'u yeterli görüşlere sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler özellikle toplumun ihtiyaçlarının bilime yön verdiğine vurgu yapmışlardır. Bazı öğrenciler bir yandan bilimin nesnellik ve evrenselliğine dikkat çekerken bir yandan da toplumdaki sağlık sorunlarının bilime konu olduğunu ifade etmektedirler. Değişken görüşlere sahip bu öğrencilerin oranı %19'dur. %52'lik kesim ise bilimsel çalışmaların toplumdaki bağımsız olduğuna inanmaktadır.

Yeterli örnek: “Bilim insanlar tarafından ve insan için yapılan bir şeydir. İnsanların neye ihtiyacı varsa bilim önce onun üzerinde durur.” (G-19) “Bilim insanları kendi içinde yaşadığı toplum ile iç içe olmalıdır. Toplumun fikirlerini almalıdır. Mesela önceleri Dünya'nın şeklinin düz olduğu düşünülüyordu. Sonra dini inançlar ile ilgili baskılar kalkınca dünyanın şeklinin düz olmadığı anlaşılmıştır.” (G-4)

Aşağıda değişken görüşlere örnek ifadeler görülmektedir.

Mülakatçı: Bilim insanlarının içinde yaşadığı toplumun dini inançları, yaşam tarzı, gelenek ve görenekleri yaptıkları çalışmaları etkiler mi?

G-5: Bazen etkileyebilir.

Mülakatçı: Hangi durumlarda etkileyebilir?

G-5: Mesela bir bilim adamı bir araç tasarlayacaksa etkiler. Tasarlanan şeyi kullanacak kişilerin özellikleri önemlidir. Onu kullanacak kişilerin ihtiyaçlarına cevap veren, toplumda tuhaf karşılanmayacak şeyler olmalıdır.

Mülakatçı: Hangi durumlarda bilim toplumdan bağımsız olabilir?

G-5: Yani her zaman bir araç yapılmaz. İşte bu tür konularda etkilemez.

Mülakatçı: Örnek verebilir misin?

G-5: Mesela yer çekimi, bu bilgi dünyanın her yeri içindir.

Zayıf örnek: “Dünyada artık teknolojinin gelişmediği yer kalmamıştır. Bu nedenle bilim insanlarının nerede yaşadığı önemli değildir. Herkes her yerde her şeyi araştırabilir. Sonuçta deney imkanları aynıdır. Herkesin teleskopu varsa herkes aynı şeyi bulur ve ona inanılır” (G-14)

Zayıf örnek: “Bilim insanlarının toplumla, dinle veya ırkla ilgilenmesi bunlarla vakit kaybetmesi doğru değildir. Onlar hep deney ve gözlemle çalışıyorlar. Teknolojiden güç alıyorlar.” (G-16)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Öğrencilerin %67’si bir şeyleri gözlemlemeyi onu bilmek olduğuna inanmaktadırlar. Örneğin bilim insanlarının atomları mikroskopla görüp modellerini oluşturdıklarını ifade etmektedirler. Dinozorların görünüşlerinin ise bulunan kemiklerin bir araya getirilmesi, toprağa yapışan deri renkleri ve bulunan fosillere DNA testi yapılması yoluyla anlaşıldığını düşünmektedirler.

Bir öğrencinin şu ifadeleri zayıf görüşlere güzel bir örnek oluşturmaktadır.

Mülakatçı: Dinozorların neye benzediği örneğin derilerinin rengi, gözlerinin şekline bilim insanları nasıl karar vermiş olabilirler?

G-3: Fosillerden. Mesela dinozor bir çamurlu yere basıyor onun ayak izi kaya parçalarına çıkıyor. Bu izlere baktıklarında dinozorların nasıl göründüğünü biliyorlar. Toprakta çürüdüklerinde renkleri toprağa karışıyor. Toprak analiz edildiğinde dinozorun rengi de biliniyor.

Mülakatçı: Gelecekte yaşanması muhtemel bir depremle ilgili iki bilim insanı farklı şeyler söylüyorlar. Aynı verilere sahip olmalarına rağmen nasıl böyle zıt sonuçlara ulaşmış olabilirler?

G-3: Deprem ölçme makinesi var, toprak örnekleri alıyorlar ve ölçümler yapıyorlar. Belki birinin kullandığı makine eskidir. Diğerinin kullandığı makine daha yenidir. Eski ve yeni makineler farklı sonuçlar verebilir. Örneğin bilgisayarların eski olanlar ile yeni çıkanları farklı çalışıyor. Bunların kullandıkları araçlar da böyle olabilir. Ayrıca farklı maddeler kullanarak deneyler yapmış olabilirler.

G grubu öğrencilerinin %33'ü ise bazı sorularda çıkarımda bulunmaya yönelik açıklamalar yaparken bazı sorularda bu düşüncelerini devam ettirememişlerdir. Bu nedenle değişken kategorisinde olduklarına karar verilmiştir.

Değişken örnek: “Bulunan kemikler dinozorun iskeleti hakkında fikir verebilir. Fosillerle dinozorun deri ve göz rengini anlamak hiç kolay olmamıştır. Biraz mucitlik yapmışlardır. Böyle olmalı diye kafalarında kurmuşlardır. Deprem hakkında farklı sonuçlara ulaşan bu iki kişi farklı yaklaşımlar ile bunlar söylemişlerdir. Mesela biri daha iyimser, bu kişi halkı korkutmamak panik yaratmamak için bunları söylemiştir. Diğerisi ise olaya kötü tarafından bakıyor. Belki insanlar tedbir alsın diye böyle demiştir.” (G-15)

Çalışmanın yürütüleceği üniteye başlamadan önce üç sınıfta yer alan öğrencilerin bilimin doğası unsurları hakkında mevcut durumlarının paralellik gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla öğrenci profillerinin frekans ve % değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 27’de görülmektedir.

Tablo 27. Öğretim öncesinde her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması

Grup (N=62)		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin DeneySEL Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K	f	2	18	1	3	11	7	1	3	17	0	6	5	3	2	16	0	3	18
	%	10	86	4	14	53	33	5	14	81	0	76	24	14	10	76	0	14	86
D	f	6	8	6	6	11	3	3	6	11	3	14	3	4	1	15	0	9	11
	%	30	40	30	30	55	15	15	30	55	15	70	15	20	5	75	0	45	55
G	f	5	13	3	2	10	9	1	3	17	0	12	9	6	4	11	0	7	14
	%	24	62	14	10	48	42	5	14	81	0	58	42	29	10	52	0	33	67
Ortalama	f	13	39	10	11	32	19	5	12	45	3	42	17	13	7	42	0	19	43
	%	21	63	16	18	51	31	8	19	73	5	68	27	21	11	68	0	31	69

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

Tablo 27 incelendiğinde bilimin doğasının geçici unsurunda K grubu öğrencilerinin %10'u yeterli görüşlere sahipken G grubunda bu oran 24'e, D grubunda %30 çıkmaktadır. Buradan hareketle bilimin doğasının geçici unsurunda sınıflar arasında paralellik bulunmamaktadır. K grubu öğrencileri uygulama öncesinde bilimin geçici unsurunda en başarısız gruptur. Uygulama öncesinde bilimin doğasının deneysel unsurunda K (%14) ve G (%10) grubu öğrencilerinin görüşleri paralellik gösterirken, D grubu (%30) bilimin doğasının bu unsurunda da daha başarılıdır. Özel unsorda da benzer durum dikkati çekmektedir. K ve G grubunda bilimin doğasının özne unsurunda yeterli görüşlere sahip öğrencilerin oranı %5 iken, D grubunda bu oran %15'e çıkmaktadır. Hayal gücü ve yaratıcılığın bilimdeki rolü hakkında K ve G grubunda yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmazken D grubu öğrencilerinin %15'nin görüşleri yeterli kategorisindedir. Sosyal ve kültürel etmenlerin bilimdeki rolü hakkında G grubu öğrencileri daha başarılıdır. K ve D grubu öğrencilerinin bu unsorda ilk görüşlerinin benzer olduğu söylenebilir. Gözlem ve çıkarım arasındaki farkın anlaşılmasında yeterli görüş sunan öğrenci bulunmazken, D grubunda değişken görüşlere sahip olanlarının oranı diğer gruplardan oldukça fazladır.

Ön test sonuçlarına göre; çalışma kapsamında bilimin doğasının ele alınan altı unsurdan beşinde D grubu, birinde ise (sosyal ve kültürel unsur) G grubu öğrencileri daha başarılıdır. K grubu ise ön test sonuçlarına göre bilimin doğası görüşleri en zayıf olan gruptur. Ayrıca çalışmaya katılan grupların tamamı birlikte ele alındığında öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşlerinin oldukça zayıf olduğu dikkati çekmektedir. Başta gözlem ve çıkarım arasındaki fark, hayal gücü ve yaratıcılığın bilimdeki yeri ve özne unsur olmak hemen bütün unsurların yeterince anlaşılmadığı söylenebilir.

3.1.2. Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğretilmesinin Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşlere Etkisiyle İlgili Bulgular

Bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenen öğrencilerin, uygulamalar sonrasındaki profilleri Tablo 28'de görülmektedir.

Tablo 28. K grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=22	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Özel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K 1	x			x			x			x			x			x		
K 2		x			x				x		x			x				x
K 3		x				x		x			x				x			x
K 4	x			x			x				x		x					x
K 5	x				x				x		x				x			x
K 6	x			x			x				x		x			x		
K 7	x					x		x			x			x				x
K 8	x			x			x				x				x		x	
K 9		x		x			x			x			x				x	
K 10	x			x				x			x		x				x	
K 11		x		x			x				x		x					x
K 12		x			x		x			x			x					x
K 13	x				x		x				x		x				x	
K 14	x				x				x		x				x			x
K 15	x				x				x		x			x				x
K 16	x			x			x			x			x					x
K 17	x			x			x			x			x				x	
K 18	x			x			x			x			x			x		
K 19	x			x			x			x			x			x		
K 20	x			x					x		x		x				x	
K 21	x			x			x			x			x			x		
K 22	x			x				x				x			x		x	
f	17	5	0	14	6	2	13	4	5	8	13	1	14	3	5	5	7	10
%	77	23	0	64	27	9	59	18	23	36	59	5	64	13	23	23	32	45

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

Kavramsal değişim pedagojisinin öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşlerini nasıl değiştirdiğini tespit etmek amacıyla K grubu öğrencilerinin ön ve son profilleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 29’da sunulmuştur. Tablo 29 incelendiğinde K grubu öğrencilerinin çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğasının altı unsurunda da önemli kazançlar elde ettiği görülmektedir.

Tablo 29. K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
Kön	f	2	18	1	3	11	7	1	3	17	0	16	5	3	2	16	0	3	18
	%	10	86	4	14	53	33	4	15	81	0	76	24	14	10	76	0	14	86
Kson	f	17	5	0	14	6	2	13	4	5	8	13	1	14	3	5	5	7	10
	%	77	23	0	64	27	9	59	18	23	36	59	5	64	13	23	23	32	45

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Uyguma öncesinde öğrencilerin %10'u bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceği noktasında yeterli görüşleri sahipken Işık ünitesi bağlamında KDM ile bilimin doğasının öğretilmesinden sonra bu oran %77'ye çıkmıştır. Öğretim uygulamalarından sonra öğrenciler, bugün bildiğimiz bilgilerin yanlış olabileceği ve bu hataların ileride düzeltilebileceği, bir konu hakkında daha fazla veriye ulaşılarak yeni bilgilerin ortaya çıkabileceği, verilerin farklı bir şekilde yorumlanması ile farklı fikirlerin ortaya çıkabileceğini kavramışlardır. Değişken kategorisinde analiz edilen görüşler ise %86'dan %23'e gerilemiştir. Son test uygulamasında bilimin doğasının geçici unsurunda zayıf görüşlere sahip öğrenci olmadığı tespit edilmiştir. Öğrenciler hem ankette hem de mülakatlarda öğretim uygulamaları sırasında sınıfta verilen örneklerle, yapılan etkinliklere, bilimin doğası kavram panosu ürünlerine atıfta bulunarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Yeterli örnek: “Öğretmenimiz bize kağıtlar dağıtmıştı. Orada bilgiler değişir mi diye soruyordu. Ben orada değişmez yazmıştım. Sonra bilimsel bilgilerin zamanla değiştiğini öğrendik. Mesela atom ile ilgili birçok model ileri sürülmüştür. Mesela bazıları atomun daha küçük parçalara ayrılamayacağını söylemişlerdir. Ama sonra atomun içinde daha küçük parçalar olduğu ve atomun bu parçalara ayrılacağı anlaşılmıştır.” (K-22) “Daha önceleri Plüton gezegen olarak kabul ediliyordu ama günümüzde cüce gezegenler sınıfında olduğu söyleniyor. Belki bilim insanları gelecekte atom ile ilgili de farklı sonuçlar söyleyebilirler. Dinozorların görünüşünün bugün söylendiğinden farklı olduğu anlaşılabilir.” (K-5)

Değişken örnek: “Fen bilimlerinde bilgilerimiz hep aynı kalmaz zamanla değişebilir. Bilim insanları gün geçtikçe yeni bilgiler ortaya koyabilirler.

Atomun yapısı hakkında bilim insanları çok araştırma yapmışlardır. Bu nedenle eminlerdir. Dinozorlar hakkında ise kesin bilgilere sahip değiliz. Çünkü beklide bugün bulunan kalıntıların bazıları dinozora ait değil de ona benzeyen başka bir canlıya ait olabilir. Bu nedenle yanılmış olabiliriz.” (K-12)

Bilimin Deneysel Unsuru: Bilimin deneysel unsurunda uygulama öncesinde %14 olan yeterli görüşler, öğretimin tamamlanmasından sonra %64’e yükselmiştir. KDM ile bilimin doğasının öğretiminden sonra öğrenciler fen bilimlerinin deney sonucu elde edilen delillere ihtiyaç duyduğunu, delillere bağlı olarak sonuca gidildiğini, bu özelliklerin fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran en önemli özellik olduğu şeklinde bakış açısı geliştirmişlerdir. Değişken kategorisindeki görüşler %53’den %27’ye, zayıf görüşler ise %23’den %9’a gerilemiştir.

Bir öğrencinin mülakatta verdiği yanıtlar şöyledir:

Mülakatçı: Milyonlarca yıl önce dinozorlar yaşamış. Çok eskiden yaşamış olan bu canlıların varlığını bilim insanları nasıl anlamış olabilir?

K-18: Şimdi bu canlıların gerçekten yaşadığını bilmek için onlara ait kalıntılara ihtiyaç vardır. Eskiden günümüze kalan fosiller yardımıyla anlamışlardır. Diyelim ki bir kemik bulundu. Bu kemik üzerinde incelemeler yapmak gerekir. Bu canlının ne tür özelliklere sahip olduğuna bakmak gerekir. Mesela kemik bir köpeğe de ait olabilir. İşte bulunan fosilleri karşılaştırmak gerekir.

Yeterli görüşlere yansıtıcı yazılardan bir örnek: “Öğretmenimiz bize bir kağıt dağıttı. Kağıtta el feneri, ampul ve mum vardı. Hangi ışık daha hızlı diye bize sordu. Hiç kimse bu soruya doğru yanıt veremedi. Biz ampulün daha güçlü bir ışık ürettiğini düşündük. En hızlı ampulün yaydığı ışık olmalıydı. Önceleri bilim insanları da bizim gibi düşünmüş ama yapılan deneyler bunun böyle olmadığını göstermiş. Fende sadece ben düşündüm demek olmuyor. Deneysel çalışmalar olması lazım.” (K-15)

Değişken örnek: “Fen bilimleri deneye dayalıdır. Deney sonuçları ile hayal gücü ve yaratıcılık kullanılarak çözüme ulaşılır. Bilim insanları birçok konuda bilgi sahibidirler. Bu nedenle dinozorlar hakkında da bilgileri vardır.” (K-12)

Zayıf örnek: “Fen bilimlerinde deneyler vardır. Ama başka derslerde deney yoktur. Deneyler insanların dikkatini çekmek için yapılır. Bilim insanları bize

çok eskiden dinozorların yaşadıklarını söyleyebiliyorlar çünkü onları gözetlemişlerdir.” (K-3)

Bilimin Öznel Unsuru: Uygulama öncesinde K grubu öğrencilerinin sadece %5’i aynı verilere sahip bilim insanlarının sahip oldukları ön bilgi, kendi akli yürütme süreçleri, hayal gücü ve yaratıcılıkları ile farklı sonuçlar ileri sürebileceği yönünde görüş bildirmiştir. Öğretim sonrasında bu oran %59’a yükselmiştir. Bilimin doğasının bu unsurundaki değişken görüşler uygulama öncesi (%14) ve sonrasında (%18) hemen hemen aynıdır. Yetersiz görüşler ise %81’den %23’e düşmüştür.

Yeterli örnek: “Bilim insanları farklı sonuçlara ulaşabilir. Çünkü bilimde sadece deneyler yeterli değildir. Hayal gücü ve yaratıcılıkta vardır. Bu nedenle insanlar farklı hayal gücü ile farklı sonuçlar ortaya koyabilirler.” (K-12)
 “Herkesin bir konu hakkında bildikleri farklı olabilir. Örneğin buradaki bilim insanlarından biri daha önceden bu konu ile ilgili bazı şeyler biliyordur, diğeri başka şeyler biliyordur. Deney yaptıktan sonra bu eski bilgileri ile yeni bilgilerini bütünleştirmiş olabilirler.” (K-4) “Burada iki bilim insanı deprem ile ilgili farklı şeyler söylüyor. Biri tsunami olacak diyor diğeri olmayacak diyor. Bugünlerde de domuz gribi aşısı var. Bazı uzmanlar aşı güvenli diyor. Bazıları ise aşı olmayın diyorlar. Bunların her ikisi de doğru olabilir şimdilik kimin doğru söylediğini bilmiyoruz.” (K-8)

Yansıtıcı yazılardan yeterli görüşlere bir örnek: “Biz bugün havadan suya geçtiğinde ışığın hızının azaldığını öğrendik. Ama bilgiye kolay ulaşılmamıştır. Uzun çabalar sonucu ulaşılmıştır. İki kişi farklı şeyler söylemiştir bu konuda. Bilim insanları deney yaparlar. Ama bazen farklı sonuçlara ulaşırlar. Bu olayın temel nedeni şudur: belki ikisi bu konuda daha önceden farklı şeyler biliyordur. Bilim insanları bu bilgilerini de katarlar. Örneğin biri bir yerin iklimi ile ilgili bazı bilgilere sahiptir. Diğeri yer şekilleri hakkında önceden daha çok bilgiye sahiptir. Deney sonuçlarına bunları katarak karar verirler.” (K-4)

Değişken örnek: “Fen bilimleri böyle daha çok görsel bir derstir. Genellikle somut gerçekleri ortaya koyar. Bu soruda iki bilim insanı farklı sonuçlar söylüyorlar. Bazen bilim insanlarının düşünceleri farklı olabilir. Hangisinin doğru söylediğine karar veremeyiz. Bence ikisi birlikte yeniden bir deney yapmalılar.” (K-10)

Zayıf örnek: “Bence bu iki bilim insanından biri hata yapmış olmalı. Hata yaptığı içinde böyle farklı bir sonuca ulaşmıştır. Böylelikle ikisinin ulaştığı sonuç farklı olmuştur. Yoksa iki bilim insanı farklı sonuçlara ulaşamazlar. Bunlardan hangisi deney hatası yapmamışsa onun söylediği doğrudur.” (K-5)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Uygulama öncesinde bilimsel çalışmalarda hayal gücü ve yaratıcılığın oynadığı rol hakkında yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmazken, öğretimin tamamlanmasından sonra %36’lık bir kesim bu unsuru kavrayabilmiştir. Zayıf görüşlere sahip öğrenciler %24’den %5’e gerilemiştir. Değişken kategorisindeki yanıtlar %76’dan %59’a düşmüştür. Bunlara ek olarak bilimsel bir çalışmanın hemen her aşamasında özellikle sonuca varma sırasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığı şeklinde cevaplar dikkat çekmiştir.

Yeterli örnek: “Bilim insanları deney ve gözlemler yaparlar. Bazen deney ve gözlem sonucu elde ettikleri şeyler sınırlı olabilir. O zaman eksikleri hayal gücü ve yaratıcı düşünce ile tamamlarlar. Bir bilimsel çalışmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılık kullanılabilir.” (K-17)

Yeterli örnek: “İnsanlar doğayı merak ediyorlar. Merak ettikleri konuda bilgi sahibi olmak istiyorlar. Biz derste de yapmıştık, sınıfta tartışmıştık fen bilimlerinin ne olduğunu. Öğretmeniz kağıt dağıtmıştı onları doldurmuştuk. Bazı arkadaşlarımız fen bilimleri sadece deney ve gözlem yapmaktır demişti. Ama sonra öğretmenimiz deney ve gözlemin yeterli olmadığını söylemişti. Sonuca ulaşmak için düşünceler de gerekliydi. Genel sonuçlara varmak için yorum yapmaları gerekir. Bunun içinde mutlaka kendi düşüncelerini, hayal güçlerini kullanacaklardır. Atomun yapısında olduğu gibi...” (K-1)

Değişken örnek: “Bilimde hayal gücü ve yaratıcılık önemlidir. Hayal gücü ve yaratıcılık olmaz ise bilim insanları bir şeyler icat edemezler, sonuca varamazlar. Bilim insanları dinozor kemiklerini inceleyerek, kemikler üzerinde bazı testler yaparak belki DNA testi gibi onların özelliklerini tespit edebilirler.” (K-5)

Mülakat sırasında bir öğrencinin şu ifadeleri zayıf görüşlere örnek verilebilir.

Mülakatçı: Sohbetimizin başından beri bilim insanlarının deney, gözlem ve araştırmalar yaptığından söz ettin. Pekiyi sence bilim insanları çalışmalarında bütün bunların yanı sıra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?

K-22: Bence hayır.

Mülakatçı: Niçin böyle düşünüyorsun?

K-22: Çünkü hayal gücümü katacak olursam dinzorların pembe olduğunu söyleyebilirim. O zamanda saçma sapan sonuçlar ortaya çıkar.

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Öğretim uygulamalarından sonra K grubu öğrencilerinin %64'ü bilimsel bilgilerin gelişmesinde toplumun ihtiyaçları, dini inançları, gelenek ve göreneklerinin etkili olduğunu kavramışlardır. Uygulama öncesinde ise bu oran sadece %14'dür. Değişken kategorisindeki yanıtlar ise ön testte %10, son testte %13 oranındadır. Ön testte %76 olan zayıf görüşler son testte %26'ya düşmüştür. Öğrencilerin genellikle sınıfta yapılan KDM ve sonuca varalım bölümünde verilen örnekleri kullanarak düşüncelerini açıkladıkları görülmüştür. Aşağıda anket ve mülakatlardan alıntılar aktarılmıştır. Yeterli görüşlere örnekler aşağıda verilmiştir.

Mülakatçı: 8. soruyu merak ettim. Burada ne soruyor?

K-18: İki kişi var. Toplumun bilim üzerindeki etkilerini tartışıyorlar.

Mülakatçı: Hı hı

Bunlardan biri toplum yapısının bilimi etkilediğini düşünüyor. Diğeri ise bilimin toplum yapısı ile ilgisi olmadığını söylüyor.

Mülakatçı: Sen bunlardan hangisine katılıyorsun?

K-18: Ben I. katılıyorum. Çünkü bilim toplum yapısından etkilenir. Derste biz bunu tartışmıştık. Bir bilim insanı vardı. O kişi Dünya Güneş etrafında dönüyor demişti. Ama İncil'e göre bu yanlıştı. İncil, Güneş'in Dünya etrafında döndüğünü yazıyordu. Dini inançlara ters görüşleri olduğu için zindana atılmıştı. Sonra zindana giderken siz ne yaparsanız yapın Dünya Güneş'in etrafında dönüyor demişti. Uzun yıllar sonra bu adamın doğru söylediği anlaşılmıştır.

Yeterli örnek: "Sınıfta klonlama ile ilgili bir örnek vermiştik. İnsan kopyalanması dini inançlara ters düşüyor. Bu nedenle insan kopyalama tartışmalı bir konuydu. Belki de dini inançlar olmasaydı insan kopyalanması şimdiye başarılmış olabilirdi." (K-21)

Değişken örnek: "Fen bilimleri genellikle deneyseeldir. Ama diğeri bilimlerde düşünce vardır..... Aynı konuda farklı fikirler olması deney hatalarına bağlı olabilir. Belki biraz düşünce farkı da olabilir. Bu bilim insanlarından en az hata yapanın söylediğine inanmak gerekir.....Toplumun ihtiyaçları bilimi etkileyebilir ama dini inançların etkileyeceğini düşünmüyorum." (K-15)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri deneye dayanır. Yapılan deneyler ve gözlemler aynı olduğunda farklı sonuçlara ulaşamaz. Bilim insanlarının böyle içinde yaşadığı toplum da önemli değildir. Onlar adı üzerinde bilim insanıdır.” (K-14)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Uygulama öncesinde bu unsurda yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmazken ünite tamamlandığında öğrencilerin %23’ü gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavramıştır. Değişken görüşlere sahip öğrenciler uygulama sonrasında %14’den %32’ye yükselmiştir. Uygulama öncesinde bilimin çıkarıma dayalı unsurunda öğrencilerin %86’sı zayıf kavramlara sahiptir. Bilimin doğası unsurları KDM ile ele alındığında bu oran %45’e gerilemiştir. Bir öğrencinin şu ifadeleri yeterli görüşlere örnek olarak verilebilir:

Mülakatçı: Bana dinazorların dış görünüşünü tarif edebilir misin?

K-19: Buradaki resimde olduğu gibi ağzı büyük, uzun bir omurgası var, kuyruğu uzun, ayakları büyük, iri bir canlı.

Mülakatçı: Pekiyi sence bilim insanları dinazorların dış görünüşünün senin anlattığın gibi olduğuna nasıl karar vermişlerdir?

K-19: Öncelikle kemik parçaları ve diğer fosilleri toplamışlardır. Deneyler yapmışlardır. Sonra bunları bir araya getirmişlerdir. Bu parçaları bir araya getirirken yorumlar yapmışlardır. Örneğin bulunan bir kemik parçasının dinazorun vücudunun hangi bölümü olabileceğini düşünmüşlerdir. Parçaları en uygun şekilde bir araya getirmişlerdir. Bir dinozora ait bütün kemikleri bulmak zordur. Mutlaka eksik yerler kalmıştır. Eksik yerleri kendi kafalarında canlandırmışlardır. Burası böyle ise eksik yer şöyle olmalıdır demişlerdir. Örneğin göz rengi fosil olarak günümüze kadar gelmez. Ama iskeletteki, kafatasındaki göz boşluklarına bakarak gözlerinin nasıl olduğu hakkında fikir yürütmüşlerdir.

Yeterli görüşlere başka bir örnek: “Mesela sınıfta etkinlik yapmıştık. Böyle bir orman vardı. Elma toplayan insan vardı. Sonra yoldan araba geçiyordu. Sonra yangın çıkmıştı. Bazı arkadaşlarımız kırık camlardan dolayı yangın çıktığını söyledi. Bazı arkadaşlarımız ise yoldan geçen arabanın yangına sebep olduğunu söyledi. Biz yangının nasıl çıktığını görmedik. Ama yangın sonrası resimde verilenlere bakarak yangının sebebini bulmaya çalıştık.” (K-6)

Yansıtıcı yazılardan bir örnek: “Perdeye düşen rengi biliyoruz. Bize gelen ışık ve arada bilinmeyen cisim soruluyor. Biz perdedeki ışığa bakıyoruz ve buna

bağlı olarak sorulanların ne olacağını yorumluyoruz. Yani görmediğimiz tam olarak bilmediklerimiz hakkında düşünce üretiyoruz. Birde örnek vermem gerekirse dinazorların şekline de belki böyle ulaşmışlardır.” (K-1)

Değişken örnek: “Bilim insanları atomun yapısına deney yaparak, sonra deney sonucu elde ettiklerini mantıklı bir şekilde yorumlayarak birazda hayal güçlerini kullanarak karar vermişlerdir. Dinazorların iskeletinin nasıl olduğuna bulunan kemikleri uç uca ekleyerek karar vermişlerdir. Deri ve göz rengi içinde toprakta başka kalıntılar bulmuş olmaları gerekir.” (K-17)

Değişken örnek: “Dinazorlara ait bazı kalıntılar bulunmuştur. Mesela bazı küçük kemik parçaları bulunmuş olabilir. Sonra kemik parçaları ile bir bütün oluşturulmaya çalışılmış, eksik yerlerin nasıl olabileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Birazda hayal gücü katılmıştır. Böylelikle dinazorların şekli bulunmaya çalışılmıştır. Bilim insanları atomun yapısı ile ilgili birçok deney yapmış olmaları. Belki de kat kat mikroskop ile bakmışlardır. Aynı konuda farklı fikirler var ise bunlardan biri bir yerde küçük bir noktayı atlamış olmalı.” (K-20)

Zayıf örnek: “Bilim insanları dinazorların neye benzediğini timsahlara bakarak bilirler. Çünkü timsahlar dinazorların küçükleridir. Bilim insanları aynı konuda farklı sonuçlar söyler ise başka deney yapmışlar demektir. Çünkü her başka deney yeni bir sonuç demektir.” (K-7)

Zayıf örnek: “Bunların ikisi farklı sonuçlar söylediklerine göre birisi küçük bir ayrıntıyı kaçırmış olmalı.” (K-20)

Zayıf örnek: “Dinazorların neye benzediğini anlamak için bilim insanları müzeleri ziyaret etmiştir. Müzelerde sergilenen dinazor kemiklerini incelemişlerdir.” (K-16)

3.1.3. Bilimin Doğasının Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğretilmesinin Öğrencilerin Bilimin Doğası ile İlgili Sahip Oldukları Görüşlere Etkisiyle İlgili Bulgular

Bilimin doğasının Işık ünitesi bağlamında doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesinden bir hafta sonra son test uygulanmıştır. Son testten elde edilen veriler doğrultusunda öğrenci profilleri oluşturulmuştur.

Tablo 30. D grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=22	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
D 1		x				x		x			x				x			x
D 2	x				x				x			x		x				x
D3		x				x	x				x			x			x	
D 4	x			x				x		x			x				x	
D 5	x			x					x		x				x		x	
D 6	x					x	x			x					x			x
D 7	x			x					x		x		x					x
D 8	x					x			x			x			x		x	
D 9	x			x			x				x		x					x
D 10	x			x			x			x					x		x	
D 11		x		x			x				x		x					x
D 12	x			x			x			x			x			x		
D 13		x				x			x		x				x			x
D 14			x	x					x		x				x		x	
D 15		x			x				x			x			x			x
D 16	x			x				x		x					x		x	
D 17	x				x		x			x			x			x		
D 18	x			x			x			x			x			x		
D 19	x				x				x		x				x		x	
D 20	x			x			x				x			x			x	
D 21		x		x			x				x				x		x	
D 22		x		x					x		x				x			x
f	14	7	1	13	4	5	10	3	9	7	12	3	7	3	12	3	10	9
%	64	32	4	59	18	23	46	14	40	32	54	14	32	14	54	14	45	41

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

Bu gruptaki öğrencilerin ön test ve son test profilleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 31. D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
D ön	f	6	8	6	6	11	3	3	6	11	3	14	3	4	1	15	0	9	11
	%	30	40	30	30	55	15	15	30	55	15	70	15	20	5	75	0	45	55
Dson	f	14	7	1	13	4	5	10	3	9	7	12	3	7	3	12	3	10	9
	%	64	32	4	59	18	23	46	14	40	32	54	14	32	14	54	14	45	41

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

Tablo 30 ve 31 incelendiğinde çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğası unsurlarının hepsinde, uygulama sonrasında yeterli görüşlerin arttığı görülmektedir. Bununla birlikte bazı unsurlardaki artışların küçük oranlarda olduğu dikkat çekmektedir. Aşağıda her bir unsur ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Ünitenin başlangıcında öğrencilerin %30'u bilimin geçici unsurunda yeterli görüşlere sahipken, uygulama sonrasında bu oran %64'e yükselmiştir. Değişken görüşlerde küçük bir düşüş yaşanırken zayıf görüşlerdeki %30'dan %4'e keskin düşüş dikkat çekmektedir. Öğrencilerin bu unsura ilişkin görüşlerini açıklarken hazırladıkları performans görevine atıfta bulundukları görülmüştür. Yeterli görüşlere bir örnek:

Mülakatçı: Fen alanında çalışanlar yeni bilgiler ortaya koyuyorlar. Bizim kitaplarımızda da bazı bilgiler var. Bizlerde bunları öğreniyoruz. Sence bugün doğru olarak öğrendiklerimiz gelecekte değişebilir mi?

D-18: Bence değişebilir. Mesela geçmişte Dünya'nın şeklinin düz bir tepsi gibi olduğu düşünülüyordu. Dünya'nın öküzin boynuzları üzerinde durduğuna inanılıyordu. Ama sonra bunların yanlış olduğu anlaşıldı. Bizim bugün öğrendiklerimiz de gelecek zaman içinde değişebilir. Mesela atomun yapısını kimse görmedi. Bilim insanları yaptıkları gözlemler ve kendi hayal güçlerini de katarak bir sonuca vardılar. Belki gelecekte atomun yapısını göreceğimiz bir alet olur. O zamanda bugün öğrendiğimiz atom değişebilir.

Mülakatçı: Sence dinazorların görünüşünün nasıl olduğundan bilim insanları emin olabilirler mi?

D-18: Emin olamayız. Çünkü bu canlılar eski zamanlarda yaşamış hayvan türüdür. Hiç kimse kesin olarak bu canlıların neye benzediğini söyleyemez. Dinazorların böyle olduğuna buldukları kalıntılar, yaptıkları incelemeler sonucunda kafalarında bir düzen oluşturmuşlardır. Bu düzene göre de hayvanın bütün halini çizmişlerdir. Belki günümüzde başka bir bilim insanı yeni kalıntılar bulabilir. Sonra o kalıntıları başka şekilde yorumlayabilir. Bu nedenle yeni bir şekil oluşabilir.

Yansıtıcı yazılardan bir örnek: “Bu etkinliğimizde iki kız arkadaş vardı. Bunlar bir partiye gittiler. Bunlar iyi arkadaş olduklarından ikisi aynı renk elbise giymeye söz verdiler. Kızların elbiseleri kırmızı, yeşil gibi değişik renkler

oldu. Ama parti bitince ikisinin de beyaz giydiğini gördük. Salonda ışıkların rengine bağlı olarak elbiseleri değişik renklerde göründü. Mesela beyaza kırmızı ışık altında bakarsak kırmızı, yeşilde bakarsak yeşil olur. Bilgilerimiz böyle zamanla değişebilir. Mesela eskiden Dünya'nın düz olduğu sanılıyordu ama değilmiş.” (D-5)

Değişken örnek: “Bilgiler zamanla değişebilir. Mesela ışık hakkında bilinenler zamanla değişmiştir. Bradley ışığın hızını hesaplamıştır. Sonra Fizeau başka bir değer hesaplamıştır. Sonra bugün kabul edilen değer hesaplanmıştır. Atom hakkında bugün her şeyi bilmiyoruz. Belki gelecekte başka şeyler ortaya çıkar. Dinozorlardan şeklinin nasıl olduğundan bilim insanları emindir. Çünkü buldukları kemikleri birleştirmiş ve nasıl bir şeye benzediklerini bulmuşlardır.” (D-11)

Zayıf örnek: Bilim insanları her gün yeni yeni bilgilere ulaşıyorlar. Bizlerde gazete, TV, radyo bunları dinliyoruz veya duyuyoruz. Kitaplarımızda da birçok bilgi var. Acaba bugün öğrendiğimiz bilgilerin gelecekte değişme ihtimali var mıdır?

D-14: Bence değişmez.

Mülakatçı Niçin böyle düşünüyorsun?

D-14: Yani bence onlar kanıtlanmış bilgiler. Yanlış olsa zaten insanlara duyurmazlar.

Mülakatçı: Sence bir atomun yapısının nasıl olduğu hakkında bilim insanları emin midirler?

D-14: Bence evet. Bilim insanları atom ile ilgili birçok araştırma yapıyor. Bilim insanları atomun ne olduğunu biliyor. Bu bildiklerini bütün insanlara anlatıyorlar. Böylelikle bütün dünya atomun ne olduğunu öğreniyor. Yanlış olsaydı bilim insanları emin olmasalar bize bunları açıklamazlardır.

Mülakatçı: Bilim insanları dinozorların neye benzedikleri konusunda emin midirler?

D-14: Bence emindir.

Mülakatçı: Niçin böyle düşünüyorsun?

D-14: Dinozorları iyi inceleyerek, neye benzediğini iyi anlayarak emin olmuşlardır. Emin olduktan sonra da bize açıklamışlardır.

Bilimin Deneysel Unsuru: Bilimin doğasının deneysel unsurunda %30 olan yeteli görüşler %59'a yükselmiştir. Bununla birlikte değişken görüşlerin %55'den %18'e düşmüş olması olumlu bir değişimdir. Zayıf görüşlerde ise küçük miktarda %15'den %23'e artış tespit edilmiştir. Yeterli görüşlere sahip öğrenciler sınıfta yapılan bilimin doğası etkinliklerine özellikle Galileo etkinliğine atıfta bulunularak düşüncelerini açıkladıkları görülmüştür.

Yeterli örnek: “Galileo ışık hızını hesaplamak için kendisi bir dağın tepesine, yardımcısı da başka bir dağın tepesine çıktı. Elindeki feneri yaktı. Yardımcısı da fenerin ışığını gördüğünde kendi elindeki feneri yakacaktı. Işığın iki dağ arasındaki mesafeyi ne kadar zamanda aldığını belirleyeceklerdi. İkisi de aynı anda fenerleri yaktılar. Buradan anladılar ki ışık hızı böyle küçük mesafeler de hesaplanamaz. Yani ışığın hızını bu deneyle hesaplayamadılar. Ama büyük uzaklıklar kullanılması gerektiğini söylediler. Yani bunu yaptıkları deneye göre söylediler. Deneyler ipuçları toplanır. Sonra bu ipuçları yorumlanarak bir sonuç söylenir.” (D-10)

Yeterli örnek: “Fen bilimleri deyince benim aklıma deneyler geliyor. Çünkü bilim insanları bir konuyu merak ediyor. Sonra hipotezler kuruyor. Herkesin hipotezi farklı olabilir. Sonra bu hipotezin doğruluğunu gözden geçirmek gerekir. Burada deneyler gerekir. Arkeologlar kazı yaparken bazı kemikler ve başka kalıntılar bulmuştur. Sonra bunlar incelenmiş, üzerinde çalışmalar yapılmış ve günümüzde var olmayan başka bir canlıya ait olduğu anlaşılmıştır.” (D-4)

Değişken örnek: “Fennin en önemli özelliği deneydir. Söylenenlerin ne kadar olduğu deneyler ile anlaşılabilir. Kendimiz ve dünya hakkında bir şeyler öğrenmeye yarar. Dinozorlardan bazı parçalar kalmıştır. Bu parçalardan yola çıkarak eskiden gerçekten oldukları anlaşılmıştır. Atomun nasıl olduğunu bir çok kişi bir araya gelip tartışmıştır. Sonra hepsinin ortak bir tahmini ortaya çıkmıştır.” (D-15)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri elektrik gibi günlük hayatımızda kullandığımız şeyleri inceler. Tarih ise eski devletleri anlatır. Deney yapınca öğrendiğimiz konuyu ispatlarız. Örneğin ışık aynaya çarpınca geri yansıdığını görüyoruz. Işığı aynaya yollayıp yansıdığını görmeden böyle bir şey söyleyemeyiz.

Dinozorlar ormanlarda yaşar. Bilim insanları bu ormanlara gidip onları incelemişlerdir.” (D–13)

Bilimin Öznel Unsuru: Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yolla öğretilmesinden D grubu öğrencilerinin %15’i öznel unsur ile ilgili yeterli görüşlere sahipken ünite tamamlandığında bu oran %46’ya yükselmiştir. Yeterli görüşlere sahip öğrenciler genellikle bilim insanlarının hayal gücü yaratıcılık kullanarak ve delilleri yorumlayarak sonuca ulaştıkları için farklı sonuçlara ulaşmasının şaşırtıcı bir durum olmadığı şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Değişken görüşler %30’dan %14’e, zayıf görüşler ise %55’den %40’a gerilemiştir.

Yeterli örnek: “Fen bilimleri doğada olanları anlamaya çalışan bir bilimdir. Fen her zaman doğru sonuçlar ortaya koyamayabilir bazen yanlış sonuçlara ulaşılabilir. Ama elinden geldiğince en doğru olanı bulmaya çalışır. İstanbul depremi hakkında burada verilenlerin ikisi farklı şeyler söylüyorlar. Deprem hakkında her şeyi bilemeyiz. Bazı deneyler yapılır ama biraz hayal gücü, biraz düşünce ve yorum ile sonuca ulaşılır. Bunların ikisinin yaratıcılığı farklı olduğundan farklı sonuçlara ulaşmış olabilirler. Bunların ikisi de doğru veya ikisi de yanlış olabilir.” (D–20)

Değişken örnek: “Bilimde ortak bir sonuç vardır. Bu ortak sonuçlar Dünya’nın her yerinde aynıdır. Ben böyle düşünüyorum. Deney ve gözlemler yapıldıktan sonra bütün bulunanlar bir araya getirilir. Eksik kalan noktalar düşünce, yorum ve hayal gücü ile tamamlanır. Bütün insanların düşünceleri ve hayal güçleri farklı olduğundan bazen farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Bizde sınıfta etkinlik yapmıştık. Bir orman yangını çıkmıştı. Bizde yangının sebebini bulmaya çalışmıştık. Hepimiz farklı sebepler söylemiştik. Bazıları cam kırıkları, bazıları arabadan atılan sigara demişti.” (D–16)

Zayıf örnek: “Fen insanın hayatını, çevresini araştıran bir bilimdir. Tarih de ise geçmişte yaşananlar ile ilgilenilir. Yani bunlar birbirinden farklıdır. Deneyler önemlidir. Çünkü kesin ve net sonuçlar ortaya koyar. Deprem hakkında buradaki iki sonuç birbirine uymuyor. Yaptıkları deney ve gözlemler farklı olduğundan böyle olmuştur. Bence ikisi de yanlış söylüyor.” (D–19)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Öğretim uygulamalarından sonra bilimsel bilgilerin gelişmesinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcı düşüncelerinin rolünü

kavrayanların oranı %15'den %32'ye yükselmiştir. Bu unsurdaki zayıf görüşler ön ve son testte değişmezken, değişken kategorisinde %70'den %54'e gerileme olmuştur.

Yeterli örnek: “Fen deneylere dayanır. Deney demek çalıştığın konu hakkında topladığın ipuçlarıdır. Sonra bu ipuçlarından bir sonuca varırsın. İşte bu arada yorum yapman bazen de hayal gücünü kullanman gerekir. Her insanın ipucunu yorumlaması ve hayal gücü farklıdır. Mesela dinazorların nasıl olduğunda bilim insanları birazda yaratıcı davranarak sonuca ulaşmışlardır.” (D-12)

Yansıtıcı yazılardan bir örnek: “Bugün bir bilyenin hareketini gözlemleyerek ışığın hızını öğrendik. Işık havada hızlı, suda yavaş camda daha da yavaş hareket ediyor. Biz burada ortamların tanecikli yapısını hayal ederek sonuca vardık. Mesela Dalton'da atomun katmanlarını böyle çizmiştir. Atomu görmemiştir ama çizim yapmıştır. O da bizim gibi biraz zihninde canlandırmalar yapmıştır.” (D-11)

Değişken örnek: “Bilim insanları bazı deneyler yaparlar. Sonra buradan elde ettiklerini yorumlarlar. İşte bunları yorumlarken bazen hayal gücü kullanırlar. Bilim insanları bir demir parçasını küçük parçalara ayırmış. Daha da küçük parçalara ayırmış ve atoma ulaşmıştır. Dinozorlardan kalan fosiller onların eskiden var olduğunu gösterir. İnsanların kemiklerine DNA testi yapıldığında her şey ortaya çıkıyor. Belki de dinazorların kemiklerine de böyle testler yapılmıştır. (D-11)

Zayıf örnek: “Hayal gücü ve yaratıcılık bilimde etkili olabilir. Mesela bir alet yapılırken onun nasıl bir şekli olacağı hayal gücüyle ortaya çıkar.” (D-2)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Toplumsal etmenlerin bilimi etkilediği noktasında yeterli görüşler uygulama öncesinde %20'ken öğretimden sonra bu oran %32'ye yükselmiştir. Değişken görüşler %5'den %14 yükselirken, zayıf görüşlerde %75'den %54'e düşmüştür.

Yeterli örnek: “Galileo Dünya kendi etrafında dönüyor, sonra Dünya ve diğer gezegenlerin Güneş'in etrafında döndüğünü söylemişti. Ama papazlar kendi kitaplarında İncil'de yazanlara inandıkları için, Güneş'in Dünya etrafında döndüğünü söylemişlerdir. İncil'e inandıkları için Galileo'ya inanmamışlardır. O'nu mahkemeye çıkarmışlardır. Galileo'dan söylediklerini inkar etmesini istemişlerdir. Galileo söylediklerini inkar etmiştir. Ama yinede kendi söylediğinin doğru olduğu biliyormuş. Buradan da anlaşıldığı gibi o dönemde

İncil’e inanan kişiler Galileo’nun yaptığı bilimsel çalışmalara, deney ve gözlem sonucu bulduklarına inanmamışlardır.” (D-18)

Değişken örnek: “Bazen toplum bilim üzerinde etkili olabilir. Ama bilimde deney ve gözlemler vardır. Toplum yapısı, din falan böyle her şeyi çok fazla etkilemez.” (D-3)

Zayıf örnek: “Bilim dünyanın her yerinde aynıdır. Örneğin bilim insanları domuz gribi aşısı yaptılar. Bu aşı ülkelere göre farklı değildir. Bulunan bir şey herkes için aynıdır.” (D-19)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Hazırlanan materyallerin uygulanmasından önce bilimin çıkarıma dayalı unsurunda yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmazken, ünite tamamlandığında öğrencilerin %14’ü bu unsuru kavrayabilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında değişken görüşlerin oranında değişiklik olmamıştır. Zayıf görüşler ise %55’den %41’e düşmüştür.

Yansıtıcı yazılardan yeterli görüşlere bir örnek: “Bugün renkler hakkında birçok şey öğrendik. Mesela bütün renkler bir araya gelince beyaz oluşuyor. Sonra trafik lambaları ışık filtresi olduğundan kırmızı, yeşil görünüyor. Bizde bir etkinli yaptık. Bir ışık geliyor camdan, ne olduğu bilinmeyen bir cisimden geliyor ve en sonda biz mavi görüyoruz. Öğretmen bize sordu bilinmeyen cisim ve gelen ışık ne olabilir diye. Biz aslında sadece aradaki camın bütün renkleri geçirdiğini ve perdede mavi olduğunu biliyoruz. Bunlar bizim gözlemimiz. Ben gelen ışığın beyaz, bilinmeyen cismin mavi filtre olduğunu söyledim. Buda benim çıkarımım. Çünkü ben bunu mantık yürüterek buldum.” (D-20)

Değişken örnek: “Bilim insanları önce dinozora ait kalıntılar bulurlar. Sonra bunları incelerler. Birazda burası böyle ise diğer yerler nasıldır diye düşünüp, benzetmeler yaparlar. Depremi ne zaman olacağı hakkında bir sonuca varmak için bu iki deney yapmıştır. İkisi ayrı deneyler yapmışlarsa böyle farklı şeyler bulmuşlardır.” (D-5)

Zayıf görüşlere bir örnek:

Mülakatçı: Bir dinazorun nasıl görüldüğünü bana tarif edebilir misin?

D-1: Büyük bir canlı. Kocaman kuyruğu var, rengi yeşil gibi, korkunç ağzı ve gözleri var.

Mülakatçı: Sence dinzorların böyle olduğunu bilim insanları nasıl anlamıştır?

D-1: Dinozorları gören bilim insanları bunları anlatmıştır. Sonra onların anlattıkları kitapları yazılmıştır. Böylelikle günümüze taşınmıştır. Onu eskiden gören bilim insanlarının yazdıklarından ve çizdiklerinden anlamışlardır.

3.1.4. Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Bilimin Doğası Unsurlarıyla İlgili Son Görüşleri ile İlgili Bulgular

MEB tarafından dağıtılan kitap setinin bilimin doğası unsurlarının öğrenilmesine olan etkisini tespit etmek amacıyla, Işık ünitesi sonrasında öğrencilerin profilleri oluşturulmuştur.

Tablo 32. G grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri

N=19	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin DeneySEL Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
G 1		x			x			x			x			x			x	
G 2		x			x				x			x	x					x
G 3	x				x				x		x				x			x
G 4		x			x				x		x				x			x
G 5	x			x					x		x			x				x
G 6		x				x		x			x				x		x	
G 7		x			x				x			x			x			x
G 8			x	x					x		x				x			x
G 9	x					x			x		x				x			x
G 10			x			x		x			x				x			x
G 11																		
G 12	x			x				x		x					x	x		
G 13		x			x				x		x				x			x
G 14		x				x		x			x			x				x
G 15		x			x				x		x				x			x
G 16																		
G 17	x					x	x				x		x				x	
G 18			x			x			x		x			x			x	
G 19			x		x				x			x			x			x
G 20																		
G 21	x					x		x			x				x			x
G 22		x				x			x			x			x			x
f	6	9	4	3	8	8	1	6	12	1	14	4	2	4	13	1	4	14
%	32	47	21	16	42	42	5	32	63	5	74	21	11	21	68	5	21	74

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

Işık ünitesinin öğrenilmesinden sonra öğrencilerin düşüncelerindeki değişimi belirlemek amacıyla öğrencilerin ön ve son görüşlerinin frekans ve yüzde değerleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 33. G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön ve son görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
G ön	f	5	13	3	2	10	9	1	3	17	0	12	9	6	4	11	0	7	14
	%	24	62	14	10	48	42	5	14	81	0	58	42	29	19	52	0	33	67
G son	f	6	9	4	3	8	8	1	6	12	1	14	4	2	4	13	1	4	14
	%	32	47	21	16	42	42	5	32	63	5	74	21	11	21	68	5	21	74

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

Tablo 32 ve 33 incelendiğinde bilimin doğasının bazı unsurlarında yeterli görüşlerde son test lehine %10'u geçmeyen atışlar görülmektedir. Bununla birlikte bilimin sosyal unsurunda ise yeterli görüşlerde %18'lik azalma dikkati çekmektedir. Aşağıda G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurlarının her birinde gösterdikleri performans ayrı ayrı irdelenmiştir.

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: G grubunda bilimsel bilgilerin bugün doğru kabul edilen en doğru açıklamalar olduğu, gelecekte bu bilgilerin değişebileceğini kavrayanların oranı ön test (%24) ve son testte (%32) birbirine oldukça yakındır. Bu unsorda uygulamalardan sonra zayıf görüşler az da olsa (%10'dan %21'e) artış göstermiştir. Işık ünitesinin öğreniminden sonra da ünite öncesinde olduğu gibi görüşlerin çoğunun (%47) değişken kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Yeterli örnek: “Şimdiki bilgiler eski insanların bildiklerinden çok daha fazlası. Eskiden bilinmeyenler şimdi biliniyor. Gelecekte de yaşayanlar için biz cahil kalacağız. Atom hakkında değişik kişiler çalışmıştı. Ama daha tam olarak e olduğunu çözemediler. Dinozorların korkunç bir görünüşü vardır. Ama neye benzediklerinden tam olarak emin olamayız. Mesela iç organlarının nasıl olduğu kesin değildir.” (G-21)

Değişken örnek: “İnsanoğlu henüz evrenin çok az belki de %1'lik kısmını bilmektedir. Beklide bildikleri bile tam değildir. Her şey zamanla değişebilir. Atomlar çok küçük taneciklerdir. Araştırılmadan hakkında bilgi sahibi

olunmadan söylenecek bir şey değildir. Araştırıp kesin karara varınca bize söylemişlerdir. Dinozorların şekli bu resimde gösterildiği gibidir. Fosiller ile garanti edilmiştir.” (G-15)

Zayıf örnek:

Mülakatçı: Birçok bilimsel bilgi var. Bunların bir kısmını biz derslerimizde öğreniyoruz. Sence bu bilgiler gelecekte değişebilir mi?

G-10: Bence bu bilgiler değişmez. Çünkü geçmişte bulunan şeyleri biz düzeltemeyiz. Gelecekteki bilgileri de şimdiden bilmediğimize göre bunları da değiştiremeyiz. Yani bilgilerin değişmesi biraz saçma olur. Mesela atomun yapısı ile ilgili bir şeyler var. Biz bunları değiştirebiliyor muyuz? Hayır. Her sene kitaplar değişiyor. Kapakları, resimleri, yazarları değişiyor. Ama içinde yazılan bilgiler doğrudur. Bu doğrular da değişmez. Kitaplar değişir ama içinde yazanlar değişmez.

Bilimin Deneysel Unsuru: Bilimin deneysel unsuru ilgili görüşler Işık ünitesinin tamamlanmasından sonra hemen hiç değişmemiştir. Örneğin bu unsurda yeterli görüşler uygulama öncesinde %10 uygulama sonrasında %16’dır. Değişken kategorisindeki görüşler ön testte %48, son testte %42’dir. Zayıf görüşler ise her iki testte de %42’lik oranını korumuştur. Mülakat sırasında bir öğrencinin şu ifadeleri yeterli görüşleri benimsediğini göstermektedir:

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

G-5: Fen deyince aklıma deney, gözlem, araştırma, okuma ve çalışma bilgi toplama geliyor. Bilim insanları, böyle profesörler geliyor aklıma. Bunlar deneyler yaparak araştırma yaparlar. Tarih eski döneme dayanan bilgiler ile ilgilidir. Bu derste deneyde yapılmaz.

Mülakatçı: Deney ve araştırma nedir?

G-5: Bizim yaptığımız, gözlemlediğimiz uğraştığımız şeylerdir. Araştırma ise bir şeyi merak edip, o şeyin üstünde durma onunla ilgilenmek, bilgi toplamaktır.

Mülakatçı: Bana senin yaptığın bir araştırma örneği verir misin?

G-5: Mesela bilim nedir diye merak ettim. Sözlükten bakarak ne olduğunu buldum.

Mülakatçı: Yaptığın bir deney örneği verir misin?

G-5: Duyu organlarımızda yapmıştık. Gözlerimizi bağladık. Çeşitli besinlere dokunarak ne olduklarını anlamaya çalıştık. Sonra tadına bakarak ne olduklarını anlama çalıştık. Yani ne kadar çok duyu organımızı kullanırsak o kadar kolay algıladığımızı öğrendik.

Mülakatçı: Milyonlarca yıl öncesinde yaşamış bir canlının gerçekten yaşadıklarını bilim insanları nasıl anlamış olabilirler?

G-5: Onlardan kalan kalıntılar ile olabilir. Buldukları kemikleri bir araya toplarlar, bunları diğer canlılar ile karşılaştırırlar. Eğer bu bulunanlar bilinen canlılarınkine uymuyorsa başka bir canlı olmalıdır.

Değişken örnek: “Tarih, coğrafya sözel derslerdir. Fen daha çok sayısala yakındır. Matematikle biraz benzer. Ama matematik işlem yapar fen çevreyle kendimizle ilgilenir.... Atomları çeşitli ansiklopedilerden inceleyerek bulmuşlardır. Sonra kendi aralarında uzun uzun tartışmışlardır. Dinozorlara ait izler bulmadan gerçekten yaşayıp yaşamadıkları bilinemez. Mutlaka bazı kalıntılar bulmuş ve onları incelemişlerdir.” (G-13)

Zayıf örnek:

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

G-9: Onlar daha çok eski zamanları anlatır. Mesela Osmanlı dönemini anlatır, Padişahların neler yaptığını anlatır. Ama fen daha çok insanların yararına yapılıyor. Tarih ise geçmişte neler olduğunu anlatıyor. Mesela geçen sene bizim ders kitabımızda bir gazete haberi vardı. Bir kadın elektrik telinden dolayı çarpıntıya uğramıştı. Çocuk ise tahtayla elektriğe dokunarak çarpmayı önlemişti. Yani insanlar yarar sağladı. Bir çocuk elektrik çarpması sırasında ne yapacağını öğrenir. Çevresindekilere de faydalı olur.

Mülakatçı: Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir?

G-9: Fennin ana kaynağı deneydir. Mesela bir konuyu merak ettim. Araştırma ve gözlem yapmam gerekir. Sonra deney ve gözlem olmalı. Böylelikle olayı baştan sona görürüm. Mesela atomu öğrenmek için çok deneyler yapılmıştır. Atom çok küçük olduğu için ona ulaşmaları biraz zor olmuştur. Sonra gördüklerini çizmişlerdir.

Bilimin Öznel Unsuru: Bilim insanların benzer verilere farklı anlamlar yükleyebileceğini kavrayanlar ön ve son testte sınıfın %5’dir. Bu unsurdaki zayıf görüşler %81’den %63’e gerilerken, değişken kategorisinde %14’den %32’ye doğru artış olmuştur.

Yeterli örnek: “Deprem hakkında iki farklı sonuç var. Bence bu iki kişi yaptıkları deneylerden sonra biraz kendi fikirlerini katmışlardır. Her insan bir şeyi bir şeye benzetebilir. İki kişi aynı şeyi farklı şeylere benzetebilir. Bence burada da böyle bir şey yaşanmıştır. Fen zeka ve düşünme gerektirir. Domuz gribi aşısı içinde farklı şeyler söylüyorlar. Aşı aynı aşı ama görüşler farklı. Herkes başka bir yorum yapıyor.” (G-17)

Değişken örnek: “Bilimde deney ve araştırma vardır. Kafana koyduğunu yapana kadar uğraşsın. Hiç kimse hiçbir şey seni etkilemez. Deneyle bakarsın her şeyi en ince ayrıntısına kadar görürsün. Herkes de buna inanır. Bilim insanların farklı yeteneklere sahip olması sonucu etkileyebilir. Mesela hayal gücü de bir yetenektir. Kimsenin hayal gücü aynı olmaz. Belki birileri kimsenin görmediği farklı bir yerden bakar olaya.” (G-10)

Zayıf örnek: “Ben deprem hakkında bunların ikisine de inanmıyorum. Bence bunlar sadece kişisel düşünce olabilir. Kullandıkları maddeleri kontrol ederek tekrar denemelidirler. Ya da deprem konusunu bilen insanlar bir ayara gelip doğru bir sonuç söylemelidir.” (G-3)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Işık ünitesine başlamadan önce bilimsel bilgilerin icat edilmesinde insan hayal gücü ve yaratıcılığının etkisini kavrayan öğrenci bulunmazken, son testte sadece bir öğrenci %5 bu unsur ile ilgili yeterli görüş sunabilmiştir. Bilimsel bilgilerin gelişmesinde kısmen insan hayal gücü ve yaratıcılığının etkili olduğu şeklinde görüşler bildirenler ancak atom modelleri, dinozorların neye benzediği, İstanbul depremi ile ilgili sorularda bu görüşleri devam ettiremeyenlerin oranı %58’den %74’e yükselmiştir. Ön testte %42 olan zayıf görüşler ise %21’e gerilemiştir. Bununla birlikte öğrenciler hayal gücü ve yaratıcılığın daha çok araştırma konusu seçme ve tasarlanan bir araca şekil verme aşamalarında kullanıldığını düşünmektedirler. Zayıf görüşlere sahip öğrenciler genellikle hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel bilgilerin doğruluğunu engelleyeceğine inanmaktadırlar. Bu gruptakilerin bazıları ise evet hayal gücü gerekir şeklinde cümleler yazmalarına rağmen düşüncelerini savunmamış, örnekler vermemişlerdir.

Yeterli örnek: “Mesela atom modelleri birazda hayal gücünün ürünüdür. Bilimsel deneylerin yetmediği zamanlarda hayal gücüne başvurabilirler. Sonra tam bir karar varmak için kullanabilirler. Mesela depremin ne büyüklükte olacağını sayılar ile belirleyemezler. Ama bazı deneyler yaparak, düşünerek bu büyüklükte deprem olabilir diyebilirler. Neler olabileceğini hayal gücü ile tamamlamak gerekebilir.

Değişken örnek: “Deneyler yaparak bazı bilgiler elde edilir. Ama sonra genel sonuçlara ulaşmak için biraz yorumda gerekir. Sonuca giderken biraz yaratıcı olmak gerekir. Deprem hakkında söylenenler biraz da hayal gücüyle kurulmuştur. Çünkü depremi ölçen alet henüz bulunmamıştır. Atomların yapısı birçok deney ve inceleme sonucu anlaşılmıştır. İyice emin olduktan sonra böyle olduğu çizilmiştir. Dinozorlardan kalan kemikler bir araya getirilerek görünüşü ortaya çıkmıştır. Ancak bu uzun çaba sonucu bulunabilmiştir.” (G-6) “Hayal gücü ve yaratıcılık elbette önemlidir. Bilim adamları hayal gücü kuvvetli insanlardır. Mesela ilginç konuları seçmek için önce hayal etmek gerekir. Son zamanlarda elektrik süpürgelerinin tuhaf tuhaf şekilleri var bunları bilim adamları hayal güçleriyle buluyorlar.” (G-1)

Zayıf örnek: “Bilimle uğraşanlar birçok araştırma yaparak emin olurlar. Hayal gücü olursa bize söyledikleri şeylerin doğruluğuna inanamayız.” (G-7)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Bilimsel bilgilerin gelişmesinde sosyal etmenlerin etkisi ile ilgili değişken görüşler ön (%19) ve son testte (%21) değişiklik göstermemiştir. Yeterli görüşlerde %29’dan %11’e düşüş gerçekleşirken buna bağlı olarak zayıf görüşlerde %52’den %68’e artışa neden olmuştur.

Yeterli örnek: “Mesela bir hastalık var. Bu hastalık toplumu etkiliyor. Bu hastalık bilim insanlarını da etkiler. Bilim insanları bu hastalık hakkında çalışmaya başlarlar. Örneğin bir kişi kuduz hastası oldu. Eğer tedavi edilmez ise bütün toplumu etkiler. Bu nedenle bu hastalığa bir çözüm üretmek gerekir. Sonra dondurucular. Besinlerin bozulmaması gerekir. Bilim insanları da yemek yiyorlar. Yiyeceklerin bozulmasına çare buluyorlar. Kutupta yaşayanlar dondurucuya ihtiyaç duymazlar. Bu konuyu çalışmazlar.” (G-2)

Değişken örnek: “Bazı insanlar kendi kültürlerine, kendi yaşamlarına, inançlarına uymayan şeyleri kabul etmek istemeyebilirler. Belki bilginin doğru hali değil de biraz değiştirilmiş hali onların işlerine daha çok yarayabilir, o

haliyle daha kolay kabul edebilirler. Ama bu bilimsel sonucu değiştirmmez. Bence bir bilimsel bilgi Dünya'nın her tarafında aynıdır. Mesela bir bilimsel bilgi belki gelecekte değişebilir. Ama gelecekte değiştiği zamanda Dünya'nın her tarafında yeni haliyle kabul edilir. Yani ispatlanan bir bilgi Dünya'nın her yerinde aynıdır. Amerika'da farklı ve Orta Asya'da farklı bilgi olamaz.” (G-1)

Zayıf örnek: “Bence bilim topluma dayanmaz, bilim özgürdür. Böyle dine falan bağlı kalmaz. Eğer topluma bağlı olsaydı Yunanistan'da, Afrika'da başka bilim olurdu. Her ülkede aynı konuda başka başka sonuçlar olurdu. Buda güzel olmazdı. Çünkü bilim doğru sonuçlara ulaşmak ister. Olayın gerçeği ne ise bilim insanları onları söyler. Ülkeden ülkeye başka şeyler söylemezler.” (G10)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Ön testte bilimin çıkarıma dayalı unsurunda yeterli görüşe sahip öğrenci bulunmazken son testte bir öğrencinin (%5) bu unsura ilişkin yeterli yanıtlar verdiği tespit edilmiştir. Değişken görüşlerde %33'den %23'e gerileme olurken, zayıf görüşler ise %67'den %74'e çıkmıştır. Her iki kategorideki artma ve azalma %12 oranında olup çok büyük miktarlarda değildir.

Yeterli örnek: “Dinozorların neye benzediği fosillerden anlaşılabilir. Bilim insanları birazda tahminlerini katmış olabilir. Mesela ağız yapısındaki kemiklere bakarak dişlerini tahmin etmiş olabilirler. Buldukları kemiklere ve diğer fosillere bakarak böyle olabilir diye düşünmüşlerdir. Böyle bir görünüş tasarlamışlardır.

Değişken görüşlere bir örnek aşağıda sunulmuştur.

Mülakatçı: Dinozorların fiziksel görünüşünü tarif edebilir misin?

G-1: Kocaman vücutları var, biraz ürkütücüler, ayakları büyük.

Mülakatçı: Sence bilim insanları dinozorların deri rengi, göz rengi gibi özelliklerini nasıl anlamış olabilirler?

G-1: Günümüze kadar ulaşan kemikleri birleştirerek. Birde ben şey duymuştum galiba dinozorların dışkısı çürümüyormuş. Göz ve deri rengi için kemiklerin ve dışkılarının DNA yapısına bakmış olabilirler. Sonra o dönemlerde yaşayan mağara adamlarının duvarlara çizmiş olduğu resimler olabilir.

Mülakatçı: Bu sorumuzda iki bilim insanı var.

G-1: Bunlardan biri bir iki yıl gibi kısa bir zaman sonra deprem olacağını söylüyor. Diğeri ise daha uzak bir gelecekte deprem olacağını söylüyor.

Mülakatçı: Sence aynı konuda çalışan iki kişi nasıl farklı sonuçlara ulaşabilir?

G-1: Depremi ne zaman olacağını önceden bilen bir teknolojiye sahip değiliz. Mutlaka bazı deneyler yapmışlardır. Sonra birazda kendileri tahmin ve yorumlarda bulunmuşlardır. Bu fay bu kadar uzun ise o zaman şöyle olmalıdır demişlerdir.

Zayıf görüşlere sahip bir öğrencinin ifadelerinden örnekler aşağıda verilmiştir.

Mülakatçı: Bilim insanları deprem hakkında neler söylüyorlar?

G-2: İlk resimdeki erken bir zaman içinde çok sarsıntılı deprem olacağını söylüyor. Diğeri ise uzun bir zaman sonra ve insanlara çok zarar vermeyen bir deprem olacağını söylüyor.

Mülakatçı: Bunların düşünceleri uyumlu mudur?

G-2: Zıtlık var burada.

Mülakatçı: Aynı konuda, aynı deneyleri yapan bilim insanları nasıl farklı sonuçlara ulaşabilir?

G-2: Bence ikisi aynı yöntemle çalışmamıştır. Birisi başka bir yol diğeri başka bir yol takip etmiştir. Mesela matematikte aynı problemi farklı yollardan çözmek gibi diyebilirim.

Mülakatçı: Yöntem ile anlatmak istediğin nedir?

G-2: Yani şekil. Bir düzene göre. Çalışma düzenleri aynı olmadığı için. Mesela biri bir sıvıyı bir iki saat bekletirken diğeri aynı sıvıyı iki gün bekletmiştir. O zamanda farklı sonuçlar ortaya çıkar. Sonra biri Marmara'nın bir yerinde diğeri ise başka bir yerinden kalıntılar toplamış olabilir.

Mülakatçı: Aynı malzemeleri kullanarak aynı deneyleri yapsalar neler olabilir?

G-2: O zaman aynı sonuca varırlar. Aynı düzende gidince her şey aynı ise sonuçta aynı olur.

3.1.5. Her Üç Grup Öğrencilerinin Öğretim Uygulamaları Sonrasında Bilimin Doğası Unsurları ile İlgili Görüşleri

Çalışma kapsamında kullanılan üç farklı kitap setinden hangisinin bilimin doğası unsurlarının öğrenilmesinde daha etkili olduğunu tespit etmek amacıyla grupların son test frekans ve yüzde değerleri üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 34'de görülmektedir.

Tablo 34. Öğretim sonrasında her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması

Grup (N=63)		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K	f	17	5	0	14	6	2	13	4	5	8	13	1	14	3	5	5	7	10
	%	77	23	0	64	27	9	59	18	23	36	59	5	64	13	23	23	32	45
D	f	14	7	1	13	4	5	10	3	9	7	12	3	7	3	12	3	10	9
	%	64	32	4	59	18	23	46	14	40	32	54	14	32	14	54	14	45	41
G	f	6	9	4	3	8	8	1	6	12	1	14	4	2	4	13	1	4	14
	%	32	47	21	16	42	42	5	32	63	5	74	21	11	21	68	5	21	74
Ortalama	f	37	21	5	30	18	15	24	13	26	16	39	8	23	10	30	9	21	33
	%	59	33	8	48	29	23	38	21	41	25	62	13	36	16	48	15	33	52

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

K grubu ünite öncesinde bilimin doğasının geçici unsurunda en başarısız grupken son testte %77'lik oran ile en başarılı grup olmuştur. D grubu ilk sıradan ikinci sıraya gerilemiştir. G grubu ise son sıraya gerilemiştir. K grubundaki yeterli görüşlerdeki büyük artış değişken görüşlerin %23'e gerilemesine sebep olmuştur. D grubunda görüşlerin %32'si G grubunda ise 47'si değişken kategorisindedir. Bilimin geçici unsurunda öğretim uygulamaları sonrasında zayıf görüşe rastlanmazken D grubunda %4 gibi küçük bir oran tespit edilmiştir. G grubunun %21'nin görüşleri zayıftır.

Öğretim uygulamalarından sonra K grubu öğrencilerinin %64'ü, D grubu öğrencilerinin %59'u bilimin deneysel unsurunu kavramıştır. Bilimin doğasının bu unsurunda son test sonuçlarında K ve D grupları arasında büyük farklılık bulunmamaktadır. Ancak K grubunda yeterli görüşlerde %50, D grubunda ise %29 oranında artış gerçekleştiği gözden kaçırılmamalıdır. G grubunda ise Işık ünitesinin tamamlanmasından sonra öğrencilerin sadece %16'sı yeterli görüşler ifade edebilmişlerdir. Bu oran ön testteki orana çok yakındır.

Son testte bilimin doğasının öznel unsurunda yeterli görüşlerin en fazla olduğu grup K (%59) grubudur. İkinci sırayı ise D (%46) grubu almaktadır. Bununla birlikte değişken ve zayıf görüşler K grubunda birbirine yakınken D grubunda öğrencilerin %40'nın görüşleri zayıftır. G grubunda ise yeterli görüşlere sahip öğrencilerin oranı sadece %5'ken %63'nün görüşleri zayıftır.

Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolü ile ilgili yeterli görüşlere sahip olanların oranı K (%36) ve D (%32) grubunda birbirine oldukça yakındır. G grubunda ise bu oran

sadece %5'dir. Bütün gruplarda bu unsur ile ilgili görüşlerin çoğu değişken kategorisindedir.

Öğretim uygulamaları tamamlandıktan sonra bilimin sosyal ve kültürel unsurunda K grubunda öğrencilerin %64'ü, D grubunda %32'si, G grubunda ise sadece %11'i yeterli görüşlere sahiptir. D ve G gruplarında öğrencilerin yarıdan fazlasının görüşleri yetersiz kategorisindedir.

Gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavrayanların oranı K grubunda %23, D grubunda %14 ve G grubunda %5'dir. Bilimin doğasının bu unsurunda grupların hepsinde zayıf görüşlerin oranı en fazladır.

3.1.6. Bilimin Doğasının Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğretilmesinin Bilimin Doğası ile İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi

Gerçekleştirilen uygulamaların ne kadar kalıcı olduğunu takip etmek amacıyla, ünitenin öğretiminin tamamlanmasından iki ay sonra veri toplama araçları tekrar uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili profilleri oluşturulmuştur. Her bir unsorda görüşlerin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Tablo 35'de K grubu öğrencilerinin kalıcılık profilleri, frekans ve yüzde değerleri görülmektedir.

Tablo 35. K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri

N=20	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K 1	x			x			x			x			x			x		
K 2			x		x				x		x				x			x
K 3		x				x			x		x				x			x
K 4	x			x			x			x			x			x		
K 5	x					x			x		x				x			x
K 6	x				x		x				x		x				x	
K 7	x				x		x				x		x					x
K 8	x			x			x			x					x		x	
K 9																		
K 10	x				x		x				x				x			x
K 11		x		x			x				x		x					x
K 12		x			x		x				x		x				x	
K 13		x		x				x			x		x					x

Tablo 35'in devamı

K 14		x		x			x				x				x		x	
K 15																		
K 16		x		x			x			x			x					x
K 17	x			x			x			x				x			x	
K 18	x			x			x			x			x			x		
K 19	x			x			x			x			x			x		
K 20	x				x			x			x		x				x	
K 21	x			x			x			x			x			x		
K 22	x			x					x			x			x		x	
f	13	6	1	12	6	2	14	2	4	8	11	1	12	1	7	5	7	8
%	65	30	5	60	30	10	70	10	20	40	55	5	60	5	35	25	35	40

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

K grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş test sonuçları arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 36. K grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K ön	f	2	18	1	3	11	7	1	3	17	0	16	5	3	2	16	0	3	18
	%	10	86	4	14	53	33	5	14	81	0	76	24	14	10	76	0	14	86
K son	f	17	5	0	14	6	2	13	4	5	8	13	1	14	3	5	5	7	10
	%	77	23	0	64	27	9	59	18	23	36	59	5	64	13	23	23	32	45
K Kalıcılık	f	13	6	1	12	6	2	14	2	4	8	11	1	12	1	7	5	7	8
	%	65	30	5	60	30	10	70	10	20	40	55	5	60	5	35	25	35	40

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Bilimin dinamik yapısını kavrayan öğrenciler öğretimden hemen sonra %10'dan %77'e çıkarken, iki ay sonra bu oran %65 olarak hesaplanmıştır. Son testten kalıcılık testine %12 gibi küçük bir düşüş yaşanmıştır. Bilimin doğasının bu unsurunda öğretimden hemen sonra zayıf görüşlere sahip öğrenci bulunmazken, iki ay sonra bir öğrenci bilimsel bilgilerin asla değişmeyeceğini savunmaktadır. Öğrencilerin görüşlerini açıklarken ünitenin öğretimi sırasında yapılan etkinliklere, sınıf içi tartışmalardan söz etmeleri dikkat çekmiştir. Bir öğrencinin mülakat sırasındaki şu ifadeleri yeterli görüşlere güzel bir örnek oluşturmaktadır:

Mülakatçı: Bilimsel bilgilerimiz gelecekte değişebilir mi?

K-19: Elbette değişebilir. İnsanlar doğayı merak ederler. Mesela bir bitki hakkında bir şeyler merak ederler. Sürekli bir şeyleri araştırırlar. Ne nasıl oluyor diye sorulara yanıt ararlar. Bilgilerde yeni çalışmalarla sürekli değişir. Mesela eskiden Dünya'nın şekli düz diye biliniyordu ama sonra bunun yanlış olduğu anlaşıldı. Sonra bir arkadaşımız karikatür yapmıştı. Plüton eskiden gezegendi ama şimdi cüce gezegen oldu. Sonra sera yapımı da değişmişti.

Mülakatçı: Atomun burada verilen şekildeki gibi olduğundan bilim insanları emin midir?

K-19: Hayır değildir. Bu konuda tartışmalar devam etmektedir. Mesela ilk zamanlarda atomun bölünemeyeceği söyleniyordu. Sonra atomunda bölünebildiği bulundu. Belki gelecekte de atomla ilgili yeni şeyler ortaya çıkıyor.

Mülakatçı: Dinozorların nasıl görüldüğünden bilim insanları emin midir?

K-19: Günümüzde dinozor yok, ama çok eskiden milyonlarca yıl önce vardı. %100 emin olamayız. Toprak altından bazı kalıntılarla şekil vermişlerdir. Belki yanlışlıklar yapılmış olabilir belki yeni kalıntılar bulunabilir.

Değişken örnek: “Bilimsel bilgiler zamanla değişebilir. Çünkü bilim hiç durmadan çalışmaya devam ediyor. Sürekli yeni araştırmalar yapılıyor. Bilim insanları her gün daha yeni şeyler buluyorlar. Bir atomun yapısının nasıl olduğundan tam olarak emin olamayız. Atom hakkında tarih içinde yeni düşünceler ortaya çıktı. Önümüzdeki yıllarda da bu konuda yeni şeyler ortaya çıkabilir. Dinozorların neye benzediğinden bilim insanları emindir. Çünkü benim şimdiye kadar okuduğum kitaplarda izlediğim çizgi filmlerde dinozorlar hep aynı.” (K-16)

Zayıf örnek: “Bilgiler zamanla değişmez. Onlar zaten birçok deney yapılarak kesin cevaplar bulunmuştur. Atom ve dinozorların görünüşü hakkında da aynen bunları düşünüyorum.” (K-1)

Bilimin Deneysel Unsuru: Bilimin deneysel unsurunda kalıcılık testinden elde edilen sonuçlar son test sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Örneğin yeterli görüşler son testte %64, kalıcılık testinde %60'dır. Zayıf ve değişken görüşlerde son testle hemen hemen aynıdır.

Yeterli örnek: “Fen bilimlerinde deneyler vardır. Diğer bilim dallarında ise deneyler yoktur. Deneyler olmaz ise neyin ne olduğunu anlayamayız, merak

ettiğimiz konularda bilgi sahibi olamayız.....Dinozorların yaşadıkları yerlerde onlara ait bazı kalıntılar vardır. Mesela kemik gibi veya ayak izi gibi, bu kalıntılar üzerinde incelemeler yaparak dinozorların yaşadığı anlaşılmıştır.” (K-11)

Yeterli örnek: “Bilim insanları meraklıdır. Çevredeki her şey onların dikkatini çeker. Bir şeylerin nasıl ve niçin olduğunu anlamaya çalışırlar. Bunun için bazı kanıtlara ihtiyaç vardır. Bunları deneylerle elde ederler. Ama deney yaptıklarında sonuca varmış olmazlar. Biz sınıfta tartışmıştık bu veriler yorumlanmadıkça anlam kazanamaz. Bilim insanları deney yaptıktan sonra buradan elde ettikleri üzerinde bol bol düşünür bütün her şeyi en iyi şekilde birleştirmeye çalışırlar.” (K-19)

Değişken örnek: “Fen bilimleri deney yaparak çözüme gider. Mesela atomlar görülemiyor ama mutlaka bazı deneyler yapılmış, atomun varlığını gösteren bir şeyler fark etmişlerdir. Bilim insanları dinozorların yaşadığını günümüzde yaşayan timsahlardan bilir. Çünkü timsahlar dinozorların küçüğüdür.” (K-7)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri biyolojik ve kimyasal olaylarla ilgilenir. Diğer bilimler ise başka başka konular ile ilgilenir. Deneyler bir şeyi tam olarak ortaya koymak için gereklidir. Bilim insanları atomun yapısını bir makine ile inceleyerek ortaya koymuşlardır. Bilim çocuk dergisinde okuduğuma göre bir makine ile bakıp atomları bize söylemişlerdir.” (K-5)

Bilimin Öznel Unsuru: Bilimin öznel unsurunda ünitenin bitiminden hemen sonra %59 olan yeterli görüşlerin iki ay sonra küçük miktar artış ile %70 olduğu tespit edilmiştir. Bu unsurdaki değişken ve zayıf görüşlerin yüzdelik oranları arasında da son ve kalıcılık uygulaması arasında paralellik olduğu görülmektedir. Bu unsorda da öğrencilerin KDM den örnekler vererek fikirlerini savundukları tespit edilmiştir.

Yeterli örnek: “Fen tarihine baktığımızda aynı konuda farklı fikirler olabilmektedir. Derste ışık hızı ile ilgili bir etkinlik yapmıştık. Kabın içine kum, su ve sünger koymuştuk. Bilyeyi kabın içine bırakmıştık. Sünger parçalarını havaya benzetmiştik. Işığın havada hızlı yayıldığını suda daha yavaş yayıldığını öğrenmiştik. Ama bu bilgiye kolay ulaşılmamıştı. İnsanlar bunun üzerine çok tartışmışlardı. Öğretmenimiz böyle bir resim yansıtmıştı. Adlarını hatırlamıyorum. İki bilim adamı bir iskelenin üzerinde oturuyordu. Biri ışık havadan suya geçtiğinde hızı artar diğeri azalır diyordu.” (K-21)

Değişken örnek: “Fen bilimleri doğa ile ilgilenir. Onun hakkında yeni fikirler üretir.....Hayal gücü ve yaratıcılık çok önemlidir. Bilim insanları yaratıcı düşüncesi gelişmiş insanlardır..... İstanbul depremi hakkında farklı şeyler söyleniyor. Ama ben bunların hiç birine inanmıyorum Çünkü bunlar bilimselden çok tahmindir.” (K-13)

Zayıf örnek: “Bilimle uğraşanlar doğru sonuçlara ulaşmak için çalışırlar. Buradaki iki kişide yalan söylüyor bence.” (K-3)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünü kavrayanların oranı son testte %36 kalıcılık testinde %40’dır. Değişken görüşler son testte %59, kalıcılık testinde %55’dir. Zayıf görüşler ile her iki testte de %5 ile aynı kalmıştır.

Yeterli örnek: “Fen bilimleri icat yapmaktır. İcatlar için hayal gücü ve yaratıcılık gerekir. İcat mesela bazen bir makine veya aşı olabilir. Bunun yanı sıra bir kanun da bir icattır. Mesela bir gezegenin gezegen olmadığını cüce gezegen olduğunu bulmakta icattır. Yani bir bilimsel çalışmanın burada yazılan her aşamasında hayal gücü kullanılabilir. Bir atom modeli de hayal gücüyle ortaya çıkıyor. Dinozorların yapısında da bütün bulunanları bir araya getirirler. Ama mutlaka eksik yerler kalmıştır. Sonra bu eksikleri kendi kafalarında tamamlamışlardır.” (K-18)

Değişken örnek: “Bilim insanları yaptığı şeyi tamamlamak, sonuca varmak için hayal güçlerini kullanırlar. Deney yaptıktan sonra yorum yaparak sonuca varılır. Bu sırada bazen yaratıcı düşünmek gerekir. Eksikler ancak bu yolla tamamlanabilir.....Dinozorların kalıntıları bir araya getirildiğinde şekli ortaya çıkmıştır. (K-10)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri deneye dayalı bir bilim dalıdır. Sonuçlara deney ve gözlemler ile ulaşılır. Hayal gücü kullanılırsa ortaya çok yanlış sonuçlar çıkar” (K-22)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: K grubunda bilimsel bilgilerin gelişmesine toplumsal güçlerin etkisi ile ilgili %64’lük yeterli görüşler, öğretimden iki ay sonrada (%60) devam etmektedir. Öğrenciler KDM atıfta bulunarak düşüncelerini açıklamışlardır. Bu unsurda dikkati çeken durum sn testte değişken kategorisindeki görüşlerin kalıcılık testinde zayıf görüşlere doğru küçük kayma göstermesidir. Çünkü son testte %23 olan zayıf görüşler kalıcılık testinde yükselişe geçmiş ve %35 olmuştur. Öğrencilerin düşüncelerine örnekler aşağıda verilmiştir.

Mülakatçı: Toplumun bilime etkileri ile ilgili sorumuza bakalım.

K-1: Biz bunu derste yapmıştık. Öğretmenimiz önce kağıtlar dağıtmıştı. Bu kağıtta bu sorunun aynısı vardı. Bir arkadaşımız bilim toplumdan etkilenmez demişti. Bende çok kararsız kalmıştım. Sonra tartışmıştık. Bence bilim toplumun yapısından etkilenir. Mesela toplumun karşı karşıya olduğu bir sorun varsa bilim insanları çalışmalarını bu konuya yönlendirirler.

Mülakatçı: Başka örneklerin var mı?

K-1: Derste bununla ilgili hapse atılan biri vardı.

Mülakatçı: Kimdi o?

K-1: Galileo'ydu. Galileo Dünya Güneş'in etrafında döner demişti. Ama onun dediklerine inanmamışlardı. Bir kurul vardı. O kurul demişti ki, Dünya Güneş'in etrafında dönmez. Galileo hapse atılmıştı. Hapiste kör olmuştu. Kurul özür dilemesini istemişti. Galileo özür dilemişti ama ben inkar etsem de Dünya Güneş etrafında dönüyor demişti.

Mülakatçı: Pekiyi Galileo'nun söylediklerine niçin inanmadılar?

K-1: Çünkü dinine tersti. Kitaplarına tersti.

Değişken örnek “Fen bilimleri doğayı, insanları, hayvanları, bitkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Fen deneyler yaparak bu konular hakkında bilgi edinmek ve yorumlamak için uğraşır. Bilim insanları kendi yaşadıkları toplumdan etkilenebilir. Mesela toplumun inançlarına ters çalışmalar yapar ise toplum onu dışlayabilir. Ama toplumdan etkilenemeye de bilir. Eğer bilim insanı inatçı ise kafasına koyduğuna ulaşmaya kararlı ise kimsenin ne düşüneceğine aldırılmaz ve çalışmasını yapar.” (K-17)

Zayıf örnek: “Fen deneysel bir alandır. Dünyanın her yerinde bilim insanları deney sonuçlarına göre karar verirler. Çıkan sonuçlar dünyanın her yeri için doğrudur.” (K-22) “Bilim insanları büyük laboratuarlarda çalışırlar. Onlar toplumdan bağımsızdır.” (K-10) “Bilim toplumdan dinden etkilenmez çünkü bilim insanları doğru şeyler ortaya koyarlar. İşin içine din falan karışır ise sonuçlar yanlış olur” (K-3)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: KDM ile bilimin doğasını öğrenen öğrenciler gözlem ve çıkarım arasındaki farkın anlaşılmasında son testteki durumlarını iki ay sonrada sürdürmüşlerdir. Örneğin ünitenin tamamlanmasından hemen sonra %23 olan yeterli görümler, iki ay sonra %25'lik dilim kaplamaktadır. Değişken görüşlerin son testte %32

kalıcılık testinde %35, zayıf düşüncelerin ise son testte %45, kalıcılık testinde %40 olduğu belirlenmiştir. Mülakat sırasında bir öğrencinin şu ifadeleri yeterli görüşleri örneklendirmektedir:

Mülakatçı: Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir?

K-21: Bazen bir şeyi doğru mu değil mi diye ispatlamak için yapılır. Bazen tesadüfen, biz başka bir şey yaparken farklı bir şey dikkatimizi çeker. Sonra yaptığımız deneyle çıkarımda bulunuyoruz. Kısacası deneyler ile yeni bilgiler öğreniriz.

Mülakatçı: Çıkarım yapmak nedir?

K-21: Deneyde gördüğümüz şeyler bizim bilgilerimiz olmuyor. Çıkarım yapmak elde ettiğimiz verileri kendi yorumumuzu da katarak sonuca bağlamak.

Mülakatçı: İstanbul depremi üzerine çalışan iki bilim insanı var. Bunlar deprem ile ilgili neler söylüyorlar?

K-21: İlk resimdeki depremin yakın bir gelecekte olacağını, çok yıkıcı olacağını ve deniz dalgalarının oluşacağını söylüyor.

Mülakatçı: Diğerleri neler söylüyor?

K-21: Deprem daha ileriki tarihlerde olacak. Deniz dalgaları oluşmayacak.

Mülakatçı: Bunların söyledikleri birbiri ile uyumlu mu?

K-21: Hayır zıt şeyler söylüyorlar.

Mülakatçı: Aynı konuda, benzer verilere sahip olan bilim insanları nasıl oluyor da farklı sonuçlara ulaşabiliyorlar?

K-21: Yani ikisi de mutlaka deneyler, gözlemler ve araştırmalar yapmışlardır. Ama sonuca varırken de kişinin kendi bakış açısı, ön bilgileri, inançları, hayal gücü ve yaratıcılığı etkili olacaktır. Mesela biri bu konuda daha önceden farklı bir bilgi biliyorsa onu sonuca giderken kullanacaktır. Bu nedenle herkes aynı sonuca varmayabilir. Biz derste bu konuda etkinlik yapmıştık. Orada tartışırken bir örnek vermiştik. Mesela bir cinayet oldu oradaki izleri topladılar. Bahçede bir topuklu ayakkabı izine rastlanmış olsun. Bir arkadaşımız katil bayan demişti başka bir arkadaşımız belki erkektir polisi yanıltmak için bir taktik uygulamıştır dedi.

Değişken örnek: “Bilim insanları dinozorların nasıl görüldüğüne karar verirken öncelikle fosillerden yola çıkarlar. Sonra biraz tahmin ederler, hayal güçlerini de kullanarak ortaya bir tasarım çıkarırlar. İstanbul depremi

hakkında farklı sonuçlara ulaştıklarına göre belki ikisi farklı deneyler yapmışlardır.” (K-20)

Zayıf örnek: “Belki de çok eskiden kalan ansiklopediler vardır. Oradan araştırmışlardır.” (K-16)

3.1.7. Bilimin Doğasının Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğretilmesinin Bilimin Doğası İle İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi

Bilimin doğası anketi ve yarı yapılandırılmış mülakatların ünitenin tamamlanmasından iki ay sonra tekrar uygulanmasıyla elde edilen verilere doğrultusunda oluşturulan D grubu öğrencilerinin kalıcılık profilleri aşağıda görülmektedir.

Tablo 37. D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri

N=21	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
D 1		x				x			x			x			x			x
D 2		x			x		x				x			x				x
D 3		x			x		x				x		x				x	
D 4	x			x				x		x			x				x	
D 5		x		x				x			x				x		x	
D 6		x		x					x		x				x			x
D 7		x			x				x		x				x			x
D 8	x					x	x				x			x			x	
D 9	x					x	x				x				x			x
D 10	x			x				x		x					x		x	
D 11		x			x				x		x			x				x
D 12	x			x			x			x			x			x		
D 13		x				x			x			x			x			x
D 14		x		x				x			x		x					x
D 15		x			x			x			x				x			x
D 16	x			x				x		x					x	x		
D 17	x			x			x			x			x			x		
D 18	x			x			x			x			x			x		
D 19	x					x			x		x			x				x
D 20	x			x			x			x			x				x	
D 21		x		x				x			x		x				x	
D 22																		
f	10	11	0	11	5	5	8	7	6	7	12	2	8	4	9	4	7	10
%	48	52	0	52	24	24	38	33	29	33	57	10	38	19	43	19	33	48

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

D grubunun kendi içinde nasıl bir değişim gösterdiğini ayrıntılı olarak irdeleyebilmek amacıyla ön, son ve kalıcılık görüşlerinin frekans ve yüzde değerleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 38. D grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
D ön	f	6	8	6	6	11	3	3	6	11	3	14	3	4	1	15	0	9	11
	%	30	40	30	30	55	15	15	30	55	15	70	15	20	5	75	0	45	55
D son	f	14	7	1	13	4	5	10	3	9	7	12	3	7	3	12	3	10	9
	%	64	32	4	59	18	23	46	14	40	32	54	14	32	14	54	14	45	41
D Kalıcılık	f	10	11	0	11	5	5	8	7	6	7	12	2	8	4	9	4	7	10
	%	48	52	0	52	24	24	38	33	29	33	57	10	38	19	43	19	33	48

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesinden hemen sonra D grubu öğrencilerinin %64'ü geçici unsorda yeterli görüşler sergilerken iki ay sonra bu oran %48'e düşmüştür. Yeterli görüşlerdeki azalma değişken görüşlerde %20'lik artış yaratmıştır. D grubu öğrencilerinin %52'si öğretimin tamamlanmasından iki ay sonra değişken görüşler sergilemişlerdir. Kalıcılık testinde zayıf görüşlere sahip öğrenci olmadığı tespit edilmiştir. Aşağıda yeterli görüşlere sahip bir öğrencinin düşüncelerinden örnek görülmektedir.

Mülakatçı: Kitaplarımızda değişik konularda çok sayıda bilgiler var. Bugün öğrendiğimiz bilgiler gelecekte değişebilir mi?

D-16: Bence evet. İnsanlar yaşadıkları Dünya hakkında her şeyi merak ederler. Onun hakkında daha çok bilgi sahibi olmak ister. Mesela uzayda neler olduğunu çok merak ederler. Bilim adamları her şeyi merak ediyorlar. Sürekli yeni çalışmalar yapıyorlar. Hem bilim adamları hayal gücü ve kendi yorumlarıyla sonuca ulaşıyorlar. Belki birileri gelecekte yeni yorumlar yapabilir. Eskiden Dünya'nın düz olduğuna inanılıyordu. Ama sonra bunun yanlış olduğu ortaya çıktı. Satürn gezegenin 23 halkası olduğu biliniyordu. Ama şimdi yeni bir halka daha fark edilmiş. Yani zamanla her şey değişebilir.

Mülakatçı: Sence atomların yapısı hakkında bilim insanları kesin sonuçlara sahipler midir?

önemlidir. Deney olmadan bir şeyler bilemeyiz. Mesela Edison birçok deney yaparak ampulü bulmuştur....Atomları gözlem yaparak anlaştırmışlardır. Bir atomu ele geçirip onu incelemişlerdir. Dinozorların yaşadığını dair bazı kanıtlar vardır. Mesela bir kazı sırasında ele geçen fosiller vardır. Mesela bir kemik parçası veya iz gibi bunlar incelenerek bilmişlerdir.” (D-15)

Zayıf örnek: “Fende deneyler vardır ama başka derslerde yoktur. Deneyler ile daha kesin sonuçlar elde edilir. Atom hakkında iyice düşünerek karar almışlardır. Dinozorların gerçekten var olduğu eski insanların yaşantısından anlaşılabilir.” (D-9)

Bilimin Öznel Unsuru: Bilimin öznel unsurunu kavrayanlar %46’dan %38 gerilemiştir. Ancak bu azalma %10 bulmayan küçük bir değişikliktir. Zayıf görüşlerin %40’dan %29’a gerilemesi, bu unsurdaki değişken görüşlerin %14’den %33’e artmasına yol açmıştır.

Yeterli örnek: “Her bilim insanının beyni aynı çalışmadığı için aynı şeyler düşünmezler. Farklı sonuçlar ortaya çıkabilir.” (D-8) “Fen bilimlerinde sabit şeyler yoktur. Her şey %0,1 ihtimal bile olsa değişebilir. Domuz gribi aşısının sağlıklı olduğu söylendi sonra yan etkileri var denildi. Şu anda tam bir sonuca varılmış değil. Bunları söyleyenlerin hepsi bilim adamı hangisi doğru söyler bilinmez.” (D-17)

Değişken örnek: “Fen bilimlerinde deneyler çok önemlidir. Deneyler olmazsa herhangi bir şeyden emin olabilir miyiz? Elbette hayır, deneyler olmazsa hiç bir şeyden %100 emin olamayız. Depremle ilgili çalışanlar farklı deneyler yaptıkları için farklı sonuçlara ulaşmış olabilirler veya deney sonuçlarını farklı değerlendirmiş olabilirler. Deney sonuçları üzerinde farklı açılardan düşünce üretilebilir. Buradaki kişiler birlikte yeni bir çalışma yaparak doğru olanı ortaya çıkarmalıdır.” (D-21)

Zayıf örnek: “Fen araştırmacı bir alandır. Bilim insanları deney ve araştırma yaparlar. Her şeyi iyice ayrıntıya kadar öğrenirler. Bir araya gelip tartışırlar. Kesin ve gerçek olmayan bir şeyi bize söylemezler.” (D-6)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Hayal gücü ve yaratıcılığın bilimdeki rolünü kavrayanların oranı son testte %34’dür. D grubunda öğrencilerin %33’ü bu görüşlerini iki ay sonra da devam ettirmişlerdir. Değişken ve zayıf görüşlerde de benzer durum dikkati

çekmektedir. Öğretimin tamamlanmasından iki ay sonrasında da %57 gibi büyük bir bölüm bu unsorda değişken görüşlere sahiptir.

Yeterli örnek: “Bilim insanları araştırma yaparlar, deneyler yaparlar. Ama deneyde gördüklerini yorumlamaları gerekir. Bazen bu yorumlama aşamasında hayal gücü ve yaratıcılık gerekir. Mesela atomdan örnek vereyim. Atomları bilim insanları görmedi. Deneyler yaptılar. Sonra bize atomun nasıl olduğunu söylerken birazda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandılar. Yani deneylerden biraz bilgiler elde ediliyor. Sonra bunların yorumlanması gerekir. Eksik yerlerin tamamlanması gerekir. Burada hayal gücü ve yaratıcılıkta vardır. Dinozorlarda da aynı şey geçerlidir. Buldukları birkaç kemiği yan yana getirmişlerdir. Burası böyle ise eksik kalan yer nasıl olabilir diye düşünmüşlerdir. Birazda kendi hayal güçlerini kullanarak böyle bir görünüş canlandırmışlardır.” (D-17)

Değişken örnek: “Her zaman deneyler yeterli gelmeyebilir. Hayal gücü ve yaratıcılıkla bir şeyler bulunabilir. Dinozorun nasıl olduğunu anlamak için bir tek kemik bile yeterlidir. O kemik incelendiğinde her şey ortaya çıkar.” (D-5)

Zayıf örnek: “Bir bilim insanı var diyelim, uzman bir bilim adamı bu kişi söylediklerini ispatlamak için deney yapmalıdır. Her bilim adamı gözlem yapar sonra deneyini gerçekleştirir.” (D-13)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Son testte D grubunda öğrencilerin %32’si sosyal kültürel etmenlerin bilimde önemli olduğunu düşünürken kalıcılık testinde böyle düşünenlerin %38 olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası etkinliklerini hatırladıkları görülmüştür. Bu unsurdaki zayıf görüşler ise %54’den %43’e gerilemiştir.

Yeterli örnek: “Ben bilimin toplumdan etkilendiğini düşünüyorum. Buna en iyi örnekte Galileo’dur. Güneş’in Dünya etrafında döndüğüne inanan Hristiyan alemine tam ters şeyler söylediği için hapse atılmıştır. Teleskopla incelemeler yapmış ama O’na inanamamışlar. (D-12)

Değişken örnek: “Bence bilim toplumdan hem etkilenir hem de etkilenmez. Bilim adamları toplumun ihtiyaçlarına göre çalışırlar. Toplumun ihtiyacı, beklentileri bilimi etkiler. Ama bir toplumda yapılan bir şeyde herkes için geçerlidir. Mesela Amerika’nın ihtiyacı olan bir şeyi yaptılar. Bu Afrikalı için de aynıdır.” (D-19)

Zayıf örnek: “Bilim geliştikçe toplum bundan etkilenir. Bilim ve teknoloji kültür, gelenek göreneklerin yok olmasına yol açabilir. Amerika’da bulunan bir şey herkes için aynıdır. İspatlanan bir şey her yerde doğrudur.” (D–10)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili düşüncelere bakıldığında değişken kategorisindeki düşüş dikkati çekmektedir. Değişken görüşlere sahip öğrenciler %45’den %33 gerilemiştir. Bu gerileme daha çok zayıf görüşlere doğru kaymıştır. Çünkü son testte öğrencilerin %41’nin görüşleri zayıfken kalıcılık uygulamasında bu oran %48’e yükselmiştir. Yeterli görüşlerde de %14’den %19’a doğru yükselme gerçekleşmiştir. Yeterli görüşlere sahip öğrencilerin sınıfta yağılan bilimin doğası etkinliklerine atıfta bulunarak cevap verdikleri gözden kaçırılmamıştır.

Yeterli örnek:

Mülakatçı: Bir dinozoru bana tarif edebilir misin?

D–18: Kocaman ayakları var, uzun kuyruğu var, çenesi ileriye doğru, gözleri büyük ve dışa doğru.

Mülakatçı: Sence bir dinozorun böyle olduğuna bilim insanları nasıl karar vermişlerdir?

D–18: Eeee mesela buldukları kemikler vardır. Bu kemikler çok büyüktür. Bu büyük kemiklere bakarak bu canlının da çok büyük olması gerektiğini düşünmüşlerdir. Sonra deri rengini tahmin etmiş olabilirler. Mesela kafatasından buldukları kemiklere bakarak çenesinin nasıl olması gerektiğini, dişlerine bakarak ağzının nasıl olduğunu tahmin etmişlerdir. Dinozorların böyle olduğuna buldukları kalıntılar, yaptıkları incelemeler sonucunda kafalarında bir düzen oluşturmuşlardır. Bu düzene göre de hayvanın bütün halini çizmişlerdir. Mesela orman yangını ile ilgili bir etkinlik yapmıştık. Yangından sonra bulunan kalıntılar var. Biz bu kalıntıları yorumluyoruz. Mesela cam şişeler vardı. O zaman bu şişeler mercek görevi yaparak yangına sebep olmuş olabilir dedik. Sonra orda bir insan vardı. Belki o insanın yangına sebep olabilecek bir yanlış yaptığını söyledik. Ya da yoldan geçen araba vardı. Şoförün sigara izmariti atmış olabileceğini söylemiştik.

Değişken örnek: “Dinozorun şekline toprak altından çıkarılan fosilleri ile karar verilmiştir. Bulunan kalıntılar birleştirildiğinde dinozorun şeklini tamı tamına olmasa da bulmuşlardır. Bu kemik nerenin, şu kemik nereye ait olabilir

demişlerdir. Kemikleri böyleyse göz büyüğü çok olmalı demişlerdir. Bazı yerleri de buna bakarak kendileri düşünerek, hayal güçlerini kullanarak yapmışlardır.....Bilim insanların ulaştıkları sonuçlar illaki tıp tıp aynı olacak diye bir şey yok. Her insanın yaptığı deney ve gözlemler aynı değildir. Burada deprem hakkında söylenen farklı şeyler farklı deneylere bağlıdır. ” (D-4)

Zayıf örnek: “Fen bilimlerinde deney önemlidir. Çünkü deney yaparsak sonuca varmış oluruz. Dinozorların neye benzediği için bir kanıtı gerek yoktur. Bilim adamları konuşarak karara varmışlardır. Atom hakkında uzun konuşmalar yaptıktan sonra karar vermişlerdir.” (D-1) “Bilim insanları dinozorların yaşadıkları bölgelere giderler. Orada dinozorları gözlemlerler. Dinozorlara yaklaşmak zor olduğundan uzaktan fotoğraflarını çekerler. Böylece neye benzediklerini anlarlar.” (D-13)

3.1.8. Mevcut Kitap Setinin Bilimin Doğası ile İlgili Kazanımların Kalıcılığına Etkisi

MEB tarafından dağıtılan kitap setiyle ile öğrenim gören öğrencilerin Işık ünitesinin öğrenilmesinden iki ay sonra bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşlerinin nasıl değiştiğini tespit etmek amacıyla öğrencilerin kalıcılık profilleri oluşturulmuştur.

Tablo 39. G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili kalıcılık profilleri

N=22	Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneysel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
G 1	x			x			x			x				x			x	
G 2		x			x			x			x		x					x
G 3		x				x			x		x			x				x
G 4		x			x				x		x		x					x
G 5	x				x				x		x		x					x
G 6		x		x				x			x				x		x	
G 7		x				x			x			x			x			x
G 8		x			x				x		x		x					x
G 9		x		x				x		x					x	x		
G 10			x			x			x		x				x			x
G 11	x				x			x		x					x		x	
G 12	x			x					x			x	x				x	
G 13		x		x			x				x				x		x	

Tablo39'un devamı

G 14	x					x			x		x				x			x
G 15		x			x		x				x		x				x	
G 16		x				x			x		x				x			x
G 17		x			x			x			x				x			x
G 18		x				x			x			x			x			x
G 19		x			x			x			x				x			x
G 20		x			x		x					x		x			x	
G 21		x		x					x		x				x			x
G 22		x		x					x			x			x			x
f	5	16	1	7	9	6	4	6	12	3	14	5	6	3	13	1	7	14
%	23	73	4	32	41	27	18	27	55	14	63	23	27	14	59	4	32	63

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

G grubunun çalışmanın başından sonuna nasıl bir değişme ve gelişme gösterdiğini açıkça görebilmek amacıyla grubun kendi içindeki ön, son ve gecikmiş test sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 40. G grubu öğrencilerinin bilimin doğası unsurları ile ilgili ön, son ve kalıcılık testi görüşlerinin karşılaştırılması

Grup		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin Deneyisel Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
G ön	f	5	13	3	2	10	9	1	3	17	0	12	9	6	4	11	0	7	14
	%	24	62	14	10	48	42	5	14	81	0	58	42	29	19	52	0	33	67
G son	f	6	9	4	3	8	8	1	6	12	1	14	4	2	4	13	1	4	14
	%	32	47	21	16	42	42	5	32	63	5	74	21	11	21	68	5	21	74
G Kalıcılık	f	5	16	1	7	9	6	4	6	12	3	14	5	6	3	13	1	7	14
	%	23	73	4	32	41	27	18	27	55	14	63	23	27	14	59	4	32	63

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

Bilimin Kesin Olmayan Unsuru: Işık ünitesinin öğrenilmesinden hemen sonra öğrencilerin %32'si bilimin geçici unsurunda yeterli görüşlere sahiptir. Ünitenin tamamlanmasından iki ay sonra ise bu oran %23'dür. Son testte %21 olan zayıf görüşler kalıcılık testinde %4'e yükselmiştir. Bu durum değişken görüşlere artış olarak yansımıştır. Başka bir ifade ile öğretim uygulamalarından iki ay sonra öğrencilerin %73'ü anketin en az bir sorusunda bilimsel bilgilerin gelecekte değişebileceği şeklinde görüşler sunmuşlardır. Ön, son ve kalıcılık testlerinin hepsinde öğrencilerin görüşlerinin büyük çoğunluğu değişken kategorisindedir.

Yeterli örnek: “Teknoloji de gelişiyor. Araştırmalar hiç durmadan devam ediyor. Gelişen teknoloji ile ileride yeni şeyler ortaya çıkabilir. Atomlar çok çok küçük tanecikler onlar hakkında her şeyi bilmiyoruz. Dinozorlar çok eskiden yaşamışlar. Tam olarak neye benzediğinden hiç kimse emin olamaz.” (G-14)

Değişken örnek: “Bilgiler değişebilir. Mesela eskiden Mars’ta yaşam yoktu ama şimdi olabileceği söyleniyor. Mars’ı yaşanabilir gezegen haline getirmeye çalışıyorlar. Atom hakkında her şeyi bilmiyoruz. Teknoloji geliştikçe daha çok bilgi sahibi olabiliriz. Moleküller yakından incelendikçe farklı şeyler elde edilebilir. Dinozorlar hakkında kesin şeyler biliyoruz. Yeterince fosil bulunmuştur bence. Artık toprak altından çıkacak fosil kaldığını düşünmüyorum.” (G-3)

Zayıf örnek: “Bilgilerimizin değişmesi mümkün değildir. Eski bilgiler yanlış olsaydı bugün bize öğretilmezdi. Atom hakkında bir şey söylemeden önce bir sürü araştırma yapmışlardır. Kesin bilgiye sahip olmuşlardır. Ölmüş bir dinozorun yapısını inceleyerek her şeyi öğrenmişlerdir.” (G-10)

Bilimin Deneysel Unsuru: Bilimsel bilgilerin deneysel delillerle ihtiyaç duyduğunu noktasında kalıcılık testi ve son test sonuçları karşılaştırıldığında değişken görüşlerin (yaklaşık olarak %40) aynı kaldığı görülmektedir. Yeterli görüşlerde ise kalıcılık testi lehine küçük de olsa artış dikkati çekmektedir. Son testte sınıftaki öğrencilerin %16’sı yeterli görüşler sunabilirken kalıcılık testinde bu oran %32’ye çıkmıştır. Değişken görüşlerin sabit kalıp, yeterli görüşlerin artması elbette zayıf görüşlerde azalmaya sebep olmuştur. Bu azalma %15 gibi küçük orandadır. Bilimin deneysel unsuru ile ilgili bütün süreçteki görüşler karşılaştırıldığında değişken görüşlerin hemen hemen aynı kaldığı, yeterli görüşlerin sürekli bir artış zayıf görüşlerin ise azalma gösterdiği dikkati çekmektedir. Bununla birlikte ön, son ve kalıcılık testlerinin hepsinde G grubu öğrencilerinin çoğunun bilimin deneysel unsurunda değişken görüşlere sahip oldukları görülmektedir. Bilimin deneysel unsuru ile ilgili yeterli görüşlere sahip bir öğrencinin ifadeleri şöyledir:

Mülakatçı: Fen bilimlerinin diğer bilimlerden ayıran özellikler neler olabilir?

G-1: Fen bilimleri daha çok uygulamalı bir alandır. Hani böyle deneyler var, deneyler sayesinde de düşünülen her şeyi açıkça ortaya koymaya çalışıyor.

Deneyler bir olayın, bir teorinin daha çok açıklanmasını sağlar. Yani onları destekleyen veya desteklemeyen durumları söyler.

Mülakatçı: Milyonlarca yıl önce dinazorlar yaşamış. Sence milyonlarca yıl öncesinde bu canlıların yaşadığını bilim insanları nasıl anlamış olabilirler?

G-1: Eee dinozorlardan günümüze kadar erişen kanıtlar ile olabilir. Bunlar dinozor kemikleri olabilir. Başka fosiller aracılığıyla olabilir.

Değişken örnek: “Fen günlük hayatı kolaylaştıran bir alandır. Fen bilimleri detaya önem verir. İnce ayrıntılar üzerine gider. Diğer dersler böyle değildir. Atomun yapısına kitaplardan araştırarak, eski bilim adamlarının söylediklerini okuyarak karar vermişlerdir. Dinozorlar nesli tükenmiş canlılardır. Onların bazı kemikleri ve diğer izleri kalmıştır. Bu izlerden yola çıkarak varlığı kanıtlanmıştır.” (G-22)

Zayıf örnek: “Fen bilimleri insanların sağlığı için öneriler geliştiren bir daldır. Fen insan hayatı için önemliyken diğer bilim dallarında böyle şeyler yoktur. Mesela tarih geçmişte ki önemli olayları anlatır. Bilim insanları dinozorların varlığını bilir. Çünkü onları bir yerlerde görmüştür.” (G-10)

Bilimin Öznel Unsuru: G grubunda bilimin öznel unsurunu kavrayanların oranı son testte %5’ken, kalıcılık testinde %18’e yükselmiştir. Yeterli görüşlerdeki bu küçük dalgalanma, değişken ve zayıf görüşlerde ufak azalmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Değişken görüşler son testte %32 kalıcılık testinde ise %27’dir. Zayıf görüşler son testte %63, kalıcılık testinde %55’dir. Ön, son ve kalıcılık testi sonuçları karşılaştırıldığında görüşlerin büyük çoğunluğunun zayıf kategorisinde olduğu dikkati çekmektedir.

Yeterli örnek: “Bilimde farklı fikirler olabilir. Mesela güneş sistemi hakkında Batlamyus ne dedi. Dünya merkezde ve hareketsiz dedi. Copernicus buna katılmadı. O başka bir şey ortaya koydu.” (G-15)

Değişken örnek: “Fen, bilim adamlarının bir şeyleri araştırması ve deneylerle onun gerçekliğini kesinliğini ortaya koymasıdır. Ortaya atılan bir şey atılıyor ise bu kanıtlanmış demektir. Deney yaparken bir sürü malzeme bir birine karıştırılır. Sonra bir şey etmek için birazda yaratıcı olmak gerekir. Bazen düşünceler farklı olur sonuçta farklı olabilir.” (G-6) “Fen bilimlerinde her şey zamanla değişebilir. Bazen bilim insanları farklı şeyler söyleyebilirler. Mesela Dünya’nın şekliyle ilgili farklı farklı görüşler olmuştur. Bir konuda böyle farklı şeyler söylememek lazım. Çünkü bütün insanlar bunu kabullenecekler ve

onun öyle olduğuna inanacaklar bu nedenle insanları yanıltmak iyi bir şey olmaz.” (G-11)

Zayıf örnek: “Bilim kesin sonuçlara ulaşmak ister. İnsanlar gerçeği merak eder. Böyle farklı şeyler söylemek insanların kafasını karıştırır. Bence depremle ilgilenen bütün bilim adamları bir araya gelip ortak bir çalışma yapmalıdır.” (G-8) “Yani herkesin aynı şeyi bilmesi lazım, fende deneyler yapılır ve sonuçlara ulaşılır. Deneyler pozitif olursa herkes kabul eder. Ama deneyler negatif olursa o zaten sonuç olmaz.” (G-21)

Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru: Son testte öğrencilerin %5’i, kalıcılık testinde %14’ü bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolüne ilişkin yeterli görüşler sunabilmiştir. Değişken görüşler %74’den %63 gerilemiştir. Zayıf görüşlerin oranı ise (son test %21, kalıcılık testi %23) birbirine oldukça yakındır. Ön testten kalıcılık testine doğru bir karşılaştırma yapıldığında bilimin doğasının bu unsurunda değişken görüşlerin yaklaşık olarak %60’ın altına düşmediği görülmektedir.

Yeterli örnek: “Hayal gücü ve yaratıcılık kullanılmalıdır. Hayal gücü olmasaydı dinozorların neye benzediği veya atomun yapısı bulunamazdı. Bence sonuca varma şamasında hayal gücü kullanılır. Çünkü önce deliller toplanmalıdır. Deliller toplandıktan sonra her şeyi bir araya getirip iyice düşünmek gerekir.” (G-9) “Bir bilimsel çalışmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılık olabilir. Ama en çok sonuca varmada gerekli olabilir. Bazen sonuca ulaşmak için yaratıcı düşünmek gerekir. Örneğin ejderhaların ağızlarından ateş çıkarması ve şekillerinin nasıl olduğu bu ankette verilen dinozorlar ve atomda da gerekli. Deney yaparken bir şeyler hakkında iz sürerken bilim adamları yaratıcılıklarını düzenlerler.” (G-1)

Değişken örnek: “Önce çalışacağımız konuyu düşünürüz. Sonra kafamızda onunla ilgili tasarlama yaparız. Deney, araştırma yaparız. Bütün bilgileri bir araya getiririz. Hepsini bir daha iyice okuruz. İyice anlarız. Sonra düşünürüz acaba böyle uyar mı deriz. Ona göre bir tasarlama yaparız. Eğer uyarsa kendi fikrimiz olarak onu açıklarız. Bu süreçte hayal gücü ve yaratıcı düşünme önemlidir. Bütün kemikleri bir araya getirmişlerdir. Onlardan kalan kalıntıları birleştirerek dinozorun nasıl görüldüğünü anlamışlardır. Derisinin rengi de toprağa karışmış olabilir. Toprağın yapısını araştırdıklarında derisinin

ne renk olduğu açığa çıkmıştır. .Atom hakkında araştırma, inceleme ve deneylerle sonuca varmışlardır.” (G-5)

Zayıf örnek: “Bilim insanları deneylerle bir şeyler yaparlar. Düşüncelerini de söylerler ama hayal gücü olmaz.” (G-18) “Bilim adamları araştırma yaparken hiçbir zaman hayal güçlerini kullanmamışlardır. Onlar gözlem yaparak araştırdıkları şeyleri bize sunuyorlar. Hayal güçlerini kullanmıyorlar.” (G-7)

Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru: Son testte öğrencilerin %11’i bilimin içinde geliştiği toplumdan etkilediği yönünde yeterli görüşlere sahiptir. Kalıcılık testinde ise bu oran %27’dir. Bu durum değişken ve zayıf görüşlerde %10’u geçmeyen gerilemelere yol açmıştır. Örneğin bilimin doğasının bu unsurunda testte öğrencilerin %21’i kalıcılık testinde %14’ü değişken görüşlere sahiptir. Zayıf görüşler ise son testte %68, kalıcılık testinde %59’dur. Ön test ve kalıcılık testi karşılaştırıldığında öğrencilerin görüşlerinin hemen hiç değişmediği görülmektedir. Üç test arasında karşılaştırma yapıldığında, her üç testte de bilimin sosyal unsurunda görüşlerin zayıf kategorisinde yoğunlaştığı görülmektedir. Zayıf görüşlerin oranı %50’nin altına düşmemiştir.

Yeterli örnek: “Bilim toplumdan etkilenir. Örneğin başka ülkelerde insanların maymundan geldiği söyleniyor. Ama bizim inancımıza göre böyle bir şey olamaz. Bizdeki bilim adamları bu konuya zaman ayırmaz. Ayırsa da onu kimse dinlemez.” (G-12)

Değişken örnek: “Fen bilimleri öncelikle toplumu ilgilendiren konuları araştırma altına alır. Mesela genetiği değiştirilmiş besinler gibi. Amerika bu ürünleri çıkartmıştır. İngiltere ise bunların zararlı olduğunu düşünüp başka çalışmalar yapabilir. Bir bilgi deneylerle ispatlanır ise buna kimse hayır diyemez. Dünya’nın her yerine bu bilgi yayılır ve herkes bunu kullanır.” (G-3)

Zayıf örnek: “Din veya inançlarla yola çıkarlarsa doğru sonuca varamazlar” (G-9) “Bence bir bilimsel bilgi deneylerle doğruluğu ispat edildiğinde Dünya’nın her tarafında aynıdır. Mesela Dünya yuvarlaktır. Bu Dünya’nın her yerinde aynıdır. Çünkü bu Dünya’nın etrafında yolculuk yapılarak kanıtlanmıştır. Eğer dine topluma falan bağlı olsaydı o zaman Dünya tepsi gibidir derdik.” (G-11)

Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru: Bilimin çıkarıma dayalı unsurunda yeterli görüşlerin son ve kalıcılık testinde değişmediği (%5) görülmektedir. Son testteki zayıf görüşler kalıcılık testinde değişkene doğru kayma göstermiştir. Çünkü değişken görüşler

%21'den %32'ye artarken, zayıf görüşler %74'den %63'e gerilemiştir. Bütün süreç irdelendiğinde, bilimin doğasının bu unsurunda ön testten kalıcılık testine kadar büyük değişikliklerin olmadığı görülmektedir. Zayıf kategorisindeki görüşlerin oranı hiçbir testte %60'ın altına inmemiştir.

Yeterli örnek: “Dinozorların görünüşünün nasıl olduğundan tam emin olamayız. Çünkü bir dinozorun tam hali bütün olarak toprak altında kalması biraz zordur. Biraz kemik biraz başka izler bulunur bunların üzerine tahminler yürütülür. Mesela Bu kemiği böyleyse kuyruğu şöyle uzun olmalıdır, sonra kemikleri böyleyse dişleri böyle olmalı, kafatası böyleyse gözleri büyük olmalı demişlerdir. Depremi ne zaman olacağı bilinmez. Burada biraz kendi yaratıcılıkları işin içine karışmış olmalı. Belki biri bu konuda daha çok eğitim almıştır. Belki bu konuda daha çok şey biliyordur.” (G-9)

Değişken örnek: “Bir dinozor öldüğünde toprak altında kalır. Onun iskeleti bulunduğu şeklinin nasıl olduğu da ortaya çıkar. Deprem hakkında farklı fikirler var. Depremi ne zaman olacağını gösteren alet yoktur. Bence bunlar bazı deneyler yapmışlardır. Bölgede son zamanlarda olan değişimleri incelemişlerdir. Sonra elde ettiklerini birleştirmişler ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmuşlardır.” (G-20)

Zayıf örnek: “Önce maddeleri küçük parçalara ayırmışlardır. Sonra mercekleri üst üste koyup bu parçaları incelemişlerdir. Böylelikle atomun nasıl olduğunu anlamışlardır.” (G-4) “Çok eskiden yaşayan bilim insanları dinozorların resimlerini çekmişlerdir. Onları kitaplara koymuşlardır. Bu resimlerden onların nasıl görüldüğünü biliriz.” (G-19) “Toprak altında kalan dinozor kemikleri toplanıp bir araya getirilir sonra üç boyutlu gözlük ile incelenir. Böylece neye benzediği ortaya çıkar.” (G-16)

3.1.9. Her Üç Grup Öğrencilerinin Bilimin Doğası Unsurları ile İlgili Görüşlerinin Kalıcılığı

Çalışma kapsamında kullanılan üç farklı kitap setinin bilimin doğası unsurlarında elde edinilen kazanımların kalıcılığına etkilerini ortaya çıkarabilmek amacıyla üç grubun gecikmiş test sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 41. Öğretim uygulamalarının tamamlanmasından iki ay sonra her üç gruptaki öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin karşılaştırılması

Grup (N=63)		Bilimin Kesin Olmayan Unsuru			Bilimin DeneySEL Unsuru			Bilimin Öznel Unsuru			Bilimin Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru			Bilimin Sosyal ve Kültürel Unsuru			Bilimin Çıkarıma Dayalı Unsuru		
		+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-	+	#	-
K	f	13	6	1	12	6	2	14	2	4	8	11	1	12	1	7	5	7	8
	%	65	30	5	60	30	10	70	10	20	40	55	5	60	5	35	25	35	40
D	f	10	11	0	11	5	5	8	7	6	7	12	2	8	4	9	4	7	10
	%	48	52	0	52	24	24	38	33	29	33	57	10	38	19	43	19	33	48
G	f	5	16	1	7	9	6	4	6	12	3	14	5	6	3	13	1	7	14
	%	23	73	4	32	41	27	18	27	55	14	63	23	27	14	59	4	32	63
Ortalama		f	28	33	2	30	20	13	26	15	22	18	37	8	26	8	29	10	32
		%	44	52	4	48	32	20	41	24	35	28	59	13	41	13	46	16	51

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

Tablo 41 incelediğinde öğretim uygulamalarının tamamlanmasından iki ay sonra da bilimin doğasının geçici unsurunda kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenim gören öğrencilerinin en başarılı grup olduğu görülmektedir. Diğer iki grupta ise bilimin doğasının bu unsurunda öğrencilerin çoğunun görüşlerinin görüşlerin büyük çoğunluğunun değişken kategorisinde toplandığı görülmektedir.

Bilimin doğasının deneysel unsurunda K grubu (%60) ve D grubundaki (%52) yeterli görüşler birbirine oldukça yakındır. Bununla birlikte D grubundaki zayıf görüşler K grubundan daha fazladır. G grubunda ise öğrencilerin çoğunun deneysel unsur ile ilgili görüşleri değişken kategorisindedir.

Bilimin öznel unsurunda K grubu öğrencilerin %70'i öğretim uygulamalarından iki ay sonra da yeterli görüşler sunabilmiştir. Yeterli görüşlerdeki oran D grubunda %38, G grubunda %18'e düşmektedir. Buna ek olarak G grubunda öğrencilerin yarıdan fazlası bu unsorda zayıf görüşlerini sürdürmektedirler.

K (%40) ve D (%33) gruplarında bilimsel bilgilerin gelişmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünü kalıcı bir şekilde öğreneler birbirine oldukça yakındır. G grubunda ise öğrencilerin sadece %14'ü yeterli görüşlere sahiptir. Grupların hepsinde öğrencilerin yarıdan fazlası bilim insanlarının çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmekle birlikte, bu düşüncelerini farklı konu alanlarına yansıtmada başarısız olmuşlardır.

Gecikmiş testte bilimin sosyal ve kültürel unsurunda başarılı olan tek grup K grubudur. Bu gruptaki öğrencilerin %60'ı öğretimin tamamlanmasından iki ay sonrada yeterli görüşler sunabilmişlerdir. D grubunda öğrencilerin %38'i, G grubunda ise %27'sinin görüşleri yeterli kategorisindedir. K grubundaki öğrencilerin %35'i, D grubundakilerin %43'ü, G grubundakilerin ise %53'ü uygulamalardan iki ay sonra yetersiz görüşlere sahiptirler.

Bilimin çıkarıma dayalı unsurunda K ve D grubu öğrencilerinin görüşleri birbiri ile paralellik göstermektedir. Yeterli görüşler K grubunda %25, D grubunda ise %19 oranındadır. Değişken ve zayıf kategorisindeki görüşlerde birbirine oldukça yakındır. Örneğin K grubunda öğrencilerin %35'i, D grubunda %33'ü değişken görüşlere sahiptir. Bu iki grupta zayıf görüşler en büyük oranı kaplamaktadır. G grubunda öğrencilerin sadece %4'ü yeterli görüşlere sahiptir. %63 gibi büyük bir bölümün görüşleri zayıf kategorisindedir.

3.2. Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Bulgular

Işık ünitesinin öğretiminde kullanılan üç farklı kitap setinin kavramsal değişim üzerine etkilerinin tespitinde öncelikle Işık Ünitesi Kavram Testi'nden elde edilen toplam puanlar üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca sorulara verilen yanıtlar kategoriler açısından karşılaştırılarak öğrencilerin kavramsal durumları ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

3.2.1. Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulama Öncesinde Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular

Uygulama öncesinde, çalışmaya katılan öğrencilerin Işık ünitesinde kavramsal durumlarının benzer olup olmadığı irdelenmiştir. Bu amaçla öncelikle üç sınıfın kavram testinden aldıkları toplam puanlar Kruskal-Wallis test ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 42. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama öncesinde kavramsal durumlarının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	21	34.0	2.33	2	.31
K	22	27.7			
D	21	35.95			

Tablo 42 incelendiğinde $p > .05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte G ve D gruplarının ortalamaları birbirine oldukça yakındır. K grubu öğrencileri ise Işık Ünitesi Kavram testinin ilk uygulamasında en düşük ortalamaya sahiptir. Öğrencilerin kavram testinden aldıkları toplam puanların yanı sıra sorulara verdikleri yanıtların kalitesi örneğin test genelinde üç sınıfın cevaplarının DSTA veya YSKA gibi kategoriler açısından benzerlik taşıyıp taşımadığı da önemlidir. Buradan hareketle üç sınıfın yanıtlarının benzer kategorilerde olup olmadığı irdelenmiştir.

Tablo 43. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalar öncesinde Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması

Kategori	Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
DSTA	G	15	23.3	3.37	2	.18
	K	15	18.5			
	D	15	27.1			
DSKA	G	15	25.0	1.80	2	.40
	K	15	24.4			
	D	15	19.5			
DSAK	G	15	25.8	1.39	2	.49
	K	15	20.8			
	D	15	22.2			
DSA	G	15	26.8	4.83	2	.08
	K	15	24.8			
	D	15	17.3			
YSTA	G	15	21.0	4.02	2	.13
	K	15	21.0			
	D	15	27.0			
YSKA	G	15	21.5	2.04	2	.36
	K	15	26.3			
	D	15	21.1			
YSAK	G	15	19.9	5.28	2	.07
	K	15	29.3			
	D	15	19.7			
YSA	G	15	28.2	8.30	2	.01
	K	15	15.4			
	D	15	25.2			
YY	G	15	16.3	8.52	2	.01
	K	15	22.9			
	D	15	29.8			

(DSTA: Doğru seçenek tam anlama, DSKA: Doğru seçenek kısmen anlama, DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, DSA: Doğru seçenek anlamama, YSTA: Yanlış seçenek tam anlama, YSKA: Yanlış seçenek kısmen anlama, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram, YSA: Yanlış seçenek anlamama, YY: Yanıt yok)

Tablo 43 incelendiğinde YSA ve YY kategorilerinde $p < .05$ olduğu, bu nedenle gruplar arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında G ve D grubu öğrencilerinin sorulara benzer oranlarda YSA şeklinde yanıt verdiği, K grubunda ise bu kategoride cevapların oldukça az olduğu anlaşılmaktadır. D ve K grubunda soruların yanıtsız bırakılması durumu diğer gruptan çok daha fazla karşımıza çıkmaktadır. DSA ve YSAK kategorilerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen p değeri .05 oldukça yaklaşmıştır. DSA kategorisinin ortalama sıra değerleri incelendiğinde G ve K grubunda doğru seçeneği işaretleyen ancak verdiği yanıtın gerekçesini açıklamayan öğrencilerin D grubuna göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. G ve D grubu öğrencileri testin tamamında benzer şekilde YSAK cevabı vermişlerdir. K grubunda ise yanlış seçenek işaretleyerek gerekçelerini alternatif kavramlarla açıklayanlar diğer gruplardan oldukça fazladır.

3.2.2. Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulama Sonrasında Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular

Üç farklı uygulamanın Işık ünitesinde kavramsal değişime etkilerini tespit etmek amacıyla öncelikle öğrencilerin Işık Ünitesi Kavram Testi'nden aldıkları toplam puanlar karşılaştırılmıştır.

Tablo 44. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrasında kavramsal durumlarının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	19	25.4	3.04	2	.21
K	21	35.1			
D	20	30.4			

Tablo 44 incelendiğinde p değerinin .21 olarak hesaplandığı görülmektedir. $p > .05$ olduğundan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bununla birlikte K grubu 35.1 ile en yüksek ortalamayı elde etmiştir. En düşük ortalama ise G grubuna aittir.

Öğrencilerin verdikleri yanıtların kategoriler açısından farklılık gösterip göstermediği Kruskal-Wallis test ile değerlendirilmiştir. Kavram testinde dokuz farklı yanıt kategorisinin her biri için üç grup arasında karşılaştırmalar yapılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 40'da sunulmuştur.

Tablo 45. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrasında Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması

Kategori	Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
DSTA	G	15	15.7	7.48	2	.02
	K	15	28.4			
	D	15	24.7			
DSKA	G	15	22.4	.72	2	.69
	K	15	21.3			
	D	15	25.1			
DSAK	G	15	22.0	.65	2	.72
	K	15	21.9			
	D	15	25.3			
DSA	G	15	21.0	2.62	2	.26
	K	15	20.8			
	D	15	27.1			
YSTA	G	15	22.3	2.78	2	.24
	K	15	25.8			
	D	15	20.9			
YSKA	G	15	20.7	.98	2	.61
	K	15	24.4			
	D	15	23.8			
YSAK	G	15	25.9	1.21	2	.54
	K	15	20.7			
	D	15	22.3			
YSA	G	15	21.7	.73	2	.69
	K	15	25.2			
	D	15	22.1			
YY	G	15	30.0	10.86	2	.00
	K	15	21.6			
	D	15	17.4			

(DSTA: Doğru seçenek tam anlama, DSKA: Doğru seçenek kısmen anlama, DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, DSA: Doğru seçenek anlamama, YSTA: Yanlış seçenek tam anlama, YSKA: Yanlış seçenek kısmen anlama, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram, YSA: Yanlış seçenek anlamama, YY: Yanıt yok)

Tablo 45 incelendiğinde DSTA ve YY kategorilerinde $p < .05$ olduğu görülmektedir. Başka bir ifade ile DSTA ve YY kategorilerinde üç grup arasındaki fark anlamlıdır. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında DSTA kategorisindeki farklılığın K grubu lehine olduğu görülmektedir. DSTA kategorisinde en başarısız olan grup G grubudur. YY kategorisinde G grubunun ortalama sıra değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Başka bir ifade ile soruları yanıtızsız bırakan öğrenciler G grubunda diğer gruplardan çok daha fazladır.

3.2.3. Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamalardan Uzun Süre Sonra Kavramsal Durumlarıyla İlgili Bulgular

Üç farklı uygulamanın kavramsal değişimi sağlamadaki kalıcılığını tespit etmek amacıyla sınıfların Işık Ünitesi Kavram testi'nin gecikmiş test uygulamasından elde ettikleri toplam puanlar karşılaştırılmıştır.

Tablo 46. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalardan uzun süre sonra kavramsal durumlarının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	22	24.3	5.90	2	.05
K	22	37.4			
D	18	32.9			

Tablo 46 incelendiğinde p değerinin .05 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu değer gruplar arasında anlamlı farklılığın olduğuna işaret etmektedir. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında bu farklılığın K grubu lehine olduğu anlaşılmaktadır. Kalıcılık testinde K grubunu D grubu takip etmektedir. G grubunun ortalama değeri ise diğer gruplardan oldukça geridedir.

Testte elde edilen toplam puanlardaki bu durumun cevap kategorilerine nasıl yansıdığını tespit etmek amacıyla üç sınıf arasında kategoriler bazında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 47. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulamalardan uzun süre sonra Işık Ünitesi Kavram Testi'ne verdikleri yanıtların kategoriler açısından karşılaştırılması

Kategori	Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
DSTA	G	15	13.8	12.26	2	.00
	K	15	30.3			
	D	15	24.8			
DSKA	G	15	24.6	1.34	2	.51
	K	15	24.3			
	D	15	20.0			
DSAK	G	15	23.6	.25	2	.87
	K	15	21.8			
	D	15	23.5			
DSA	G	15	32.0	12.74	2	.00
	K	15	16.7			
	D	15	20.2			
YSTA	G	15	21.9	.29	2	.86
	K	15	23.7			
	D	15	23.3			
YSKA	G	15	21.3	7.65	2	.02
	K	15	29.1			
	D	15	18.4			
YSAK	G	15	28.2	4.13	2	.12
	K	15	22.2			
	D	15	18.5			
YSA	G	15	22.2	6.17	2	.04
	K	15	17.5			
	D	15	29.1			
YY	G	15	25.9	8.15	2	.01
	K	15	26.7			
	D	15	16.3			

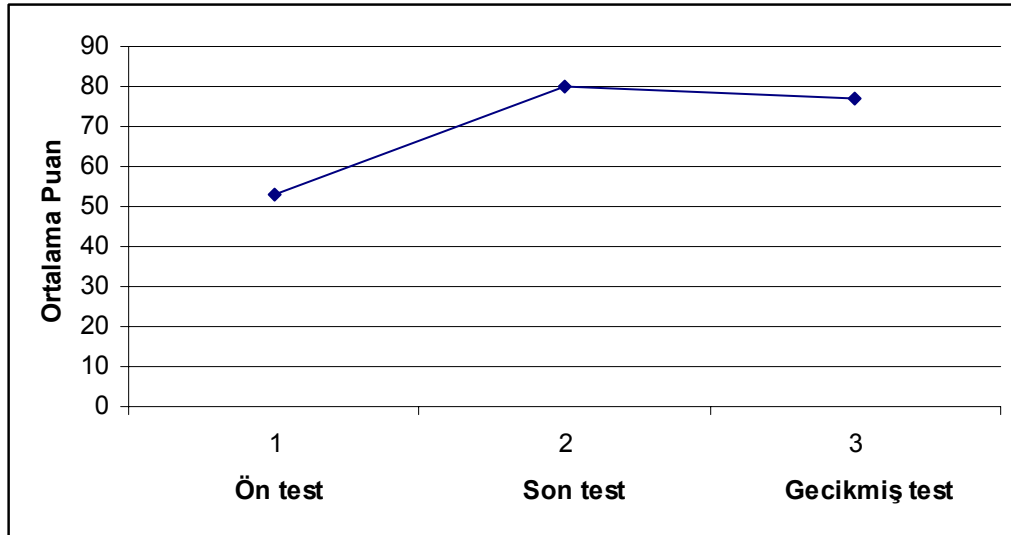
(DSTA: Doğru seçenek tam anlama, DSKA: Doğru seçenek kısmen anlama, DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, DSA: Doğru seçenek anlamama, YSTA: Yanlış seçenek tam anlama, YSKA: Yanlış seçenek kısmen anlama, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram, YSA: Yanlış seçenek anlamama, YY: Yanıt yok)

Tablo 47 incelendiğinde DSTA kategorisinde p nin .00 olduğu görülmektedir. $p < .05$ olduğundan gruplar arasındaki fark anlamlıdır. K grubu öğrencileri kalıcılık testinde DSTA kategorisinde cevap vermede daha başarılı olmuşlardır. G grubu soruların çoğuna DSTA şeklinde yanıt vermede başarısız olmuştur. DSA kategorisinde de p .00 olarak hesaplandığından gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında bu kategoride ki yanıtları en çok G grubu öğrencilerinin, en az ise K grubu öğrencilerinin verdiği görülmektedir. Anlamlı farkın olduğu başka bir kategori ise YSKA dır. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında bu farklılığın K grubu lehine olduğu

görülmektedir. Yani testin genelinde verilen yanıtlarda YSKA durumunun en çok yaşandığı grup K grubudur. YSA kategorisinde p değeri .04'dür. $p < .05$ olduğundan gruplar arasındaki fark anlamlıdır. Ortalama sıra değerlerine bakıldığında YSA durumunun en çok D grubunda en az K grubunda karşımıza çıktığı görülmektedir. Soruların boş bırakılması durumu da (YY) gruplar arasında anlamlı farklılık olan ($p = .01$ olduğundan $p < .05$) bir kategoridir. Soruların yanıtsız bırakılması K ve G gruplarında birbirine oldukça yakındır. Bu iki grubun yanıt vermediği sorular, D grubundan oldukça fazladır.

3.2.4. Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

K grubunda gerçekleştirilen uygulamaların kavramsal değişim üzerine etkilerini daha ayrıntılı olarak irdelemek amacıyla bu gruptaki öğrencilerin süreç boyunca kavramsal durumlarının nasıl bir değişim gösterdiği irdelenmiştir. K grubu öğrencilerinin Işık Ünitesi Kavram Testi'nden elde ettikleri ortalama puanların değişimi Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil 10. K grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi

K grubu öğrencileri Işık ünitesine başlamadan önce kavram testinden ortalama 53 puan elde etmişlerdir. Bu gruptaki uygulamalar ortalamanın 80'e yükselmesini sağlamıştır. Gecikmiş testte sınıf ortalaması 77 olarak tespit edilmiştir. Testten elde edilen puanlardaki

değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile değerlendirilmiştir.

Tablo 48. K grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	1	5.50	5.50	-3.824*	.00
Pozitif sıra	20	11.28	225.50		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 48 incelendiğinde $z=3.824$ ve $p=.00$ olduğu görülmektedir. $p<.05$ olduğundan K grubu öğrencilerinin kavram testinin ön ve son test uygulamasından aldıkları puanlar arasında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Sıra toplamaları dikkate alındığında bu farkın son test lehine olduğu görülmektedir. Son testte ele edilen bu başarının gecikmiş testte devam ettirilip ettirilemediğini değerlendirmek üzere son ve gecikmiş test arasındaki karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. K grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	14	10.32	144.50	-1.011*	.31
Pozitif sıra	7	12.36	86.50		
Eşit					

*Pozitif sıralar temelinde

Tablo 49 incelendiğinde $p=.312$ ’dir. $p>.05$ olduğundan K grubunun Işık Ünitesi Kavram Testi’nin son ve gecikmiş test uygulamalarından elde ettiği puanlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

Tablo 50. K grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

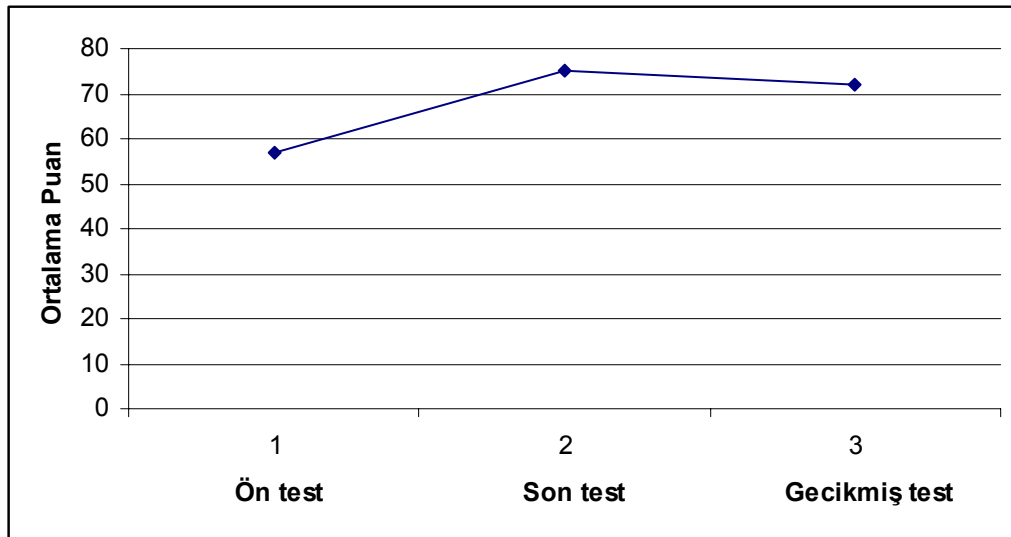
Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	1	10.5	10.5	-3.65*	.00
Pozitif sıra	20	11.03	220.50		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 50 incelendiğinde $p = .00$ 'dır. $p < .05$ olduğundan ön ve gecikmiş test puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Sıra toplamaları dikkate alındığında bu farkın gecikmiş test lehine olduğu görülmektedir.

3.2.5. Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamaları ile zenginleştirilen öğretim materyali ile öğretim gören öğrencilerin kavramsal durumları Şekil 11'de görüldüğü gibi bir değişim göstermiştir.



Şekil 11. D grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi

D grubu ön testte ortalama 57 puan elde etmiştir. Öğretimin tamamlanmasından hemen sonra ortalama puan 75'e yükselmiştir. Işık Ünitesi Kavram testi'nin gecikmiş test uygulamasında ise ortalama puan sadece 3 puan gerileyerek 72 olmuştur. Meydana gelen kavramsal değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek üzere uygulanan Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 51. D grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	3	10	30	-2.203*	.02
Pozitif sıra	14	8.79	123		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 51 göre D grubu öğrencilerinin ön ve son testten aldıkları puanlar arasındaki fark anlamlıdır ($z=2.203$, $p<.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında bu farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 52. D grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	12	9.63	115.5	-1.307*	.19
Pozitif sıra	6	9.25	55.5		
Eşit					

*Pozitif sıralar temelinde

Tablo 52 incelendiğinde $p>.05$ olduğu görülmektedir. Bu nedenle D grubu öğrencilerinin Işık Ünitesi Kavram Testi'nin son ve gecikmiş test uygulamasında elde ettikleri puanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tablo 53. D grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

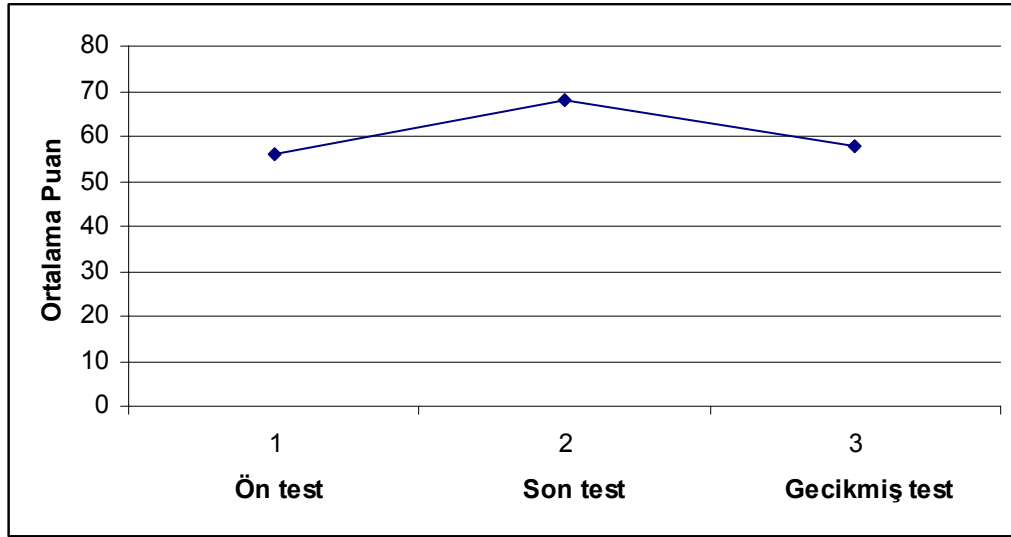
Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	3	9.83	29.50	-2,440*	.01
Pozitif sıra	15	9.43	141.50		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 53 incelendiğinde $p=.01$ olarak hesaplandığı görülmektedir. $p>.05$ olduğundan D grubu öğrencilerinin Işık Ünitesi Kavram Testi'nin ön ve gecikmiş test uygulamalarında elde ettikleri puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Sıra toplamaları incelendiğinde bu farkın gecikmiş test lehine olduğu görülmektedir.

3.2.6. Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Kavramsal Durumlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

MEB kitabı ile öğrenim gören öğrencilerin Işık Ünitesi Kavram Testi'nden elde ettikleri ortalama puanların süreç boyunca değişimi Şekil 12'de görülmektedir.



Şekil 12. G grubunun kavram puanlarının süreç boyunca değişimi

Üniteye başlamadan önce G grubu ortalama 56 puan elde etmiştir. Ünite tamamlandığında ortalama puan 68'e yükselmiştir. Ünitenin tamamlanmasından iki ay sonra ise grubun ortalama puanı 58'e gerilemiştir. G grubundaki bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına ilişkin bulgular aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 54. G grubunun ön test ve son test kavram puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	4	10.88	43.50	-2.074*	.03
Pozitif sıra	15	9.77	146.50		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 54 göre $p = .03$ 'dür. $p < .05$ olduğundan ön ve son test arasındaki fark anlamlıdır. Fark puanlarının sıra toplamaları karşılaştırıldığında, bu farkın son test lehine olduğu görülmektedir. Ünitenin tamamlanmasından sonra elde edilen olumlu sonuçların

sekiz hafta sonrasında devam edip etmediği son ve gecikmiş test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 55’de sunulmuştur.

Tablo 55. G grubunun son test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	13	11.12	144.5	-1.993*	.04
Pozitif sıra	6	7.58	45.5		
Eşit					

*Pozitif sıralar temelinde

Tablo 55 göre; $p = .04$ olup $.05$ den küçüktür. Bu nedenle G grubunun son ve gecikmiş test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fark puanlarının sıra toplamaları dikkate alındığında bu farkın negatif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Ünitenin tamamlanmasında sekiz hafta sonra öğrencilerin kavramsal durumunun ünite başlangıcındaki mevcut durum ile karşılaştırıldığında aşağıdaki tabloda verilen bulgular elde edilmiştir.

Tablo 56. G grubunun ön test ve gecikmiş test kavram puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	6	9.17	55	-1,328*	.18
Pozitif sıra	12	9.67	116		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 56’e incelendiğinde $p = .18$ olduğu görülmektedir. $p > .05$ olduğundan G grubu öğrencilerinin Işık Ünitesi Kavram Testi’nin ön ve gecikmiş test uygulamasından elde ettikleri puanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

3.3. Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Bulgular

Işık Ünitesi Kavram Testi’nden elde edilen veriler öğrencilerin en çok alternatif kavramlara sahip oldukları noktaları ve üç farklı uygulamanın bu kavramları gidermeye sağladığı katkıların tespitinde de kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle ön, son ve gecikmiş testte sorular bazında her üç grupta alternatif kavramlara sahip öğrencilerin frekans ve

yüzdeleri hesaplanmıştır. Gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca her bir grupta öğretim sürecinde (ön, son ve gecikmiş test) alternatif kavramlara sahip öğrencilerin değişimi takip edilmiştir. Kavram testinde öğrencilerin sorulara DSAK ve YSAK kategorilerinde yanıt vermeleri spesifik olarak alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermektedir. Bu nedenle her bir soruya bu iki kategoride yanıt verenler ayrı ayrı gösterilmiş sonra iki kategorinin toplamı sunulmuştur. Sınıfın %50'si veya daha fazlasının alternatif kavramlara sahip olduğu sorularda başarısız olduğu kabul edilmiştir. %45–50 aralığı ise başarısız olarak değerlendirilmemekle birlikte, başarılı olduğunun da kabul edilmediği bir dilim olmuştur. Öğrencilerin zihinlerinde ne gibi bilimsel olamayan düşüncelerin olduğunun daha iyi anlaşılması için en sık karşılaşılan alternatif kavramlardan örnekler sunulmuştur.

3.3.1. Uygulama Öncesinde Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular

Işık ünitesinin öğretimine başlamadan çalışmanın yürütüleceği sınıfların her birinde öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olma durumu Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Uygulama öncesi alternatif kavramlarının sorulara göre dağılımı

Soru No	G grubu (N=21)						K grubu (N=22)						D grubu (N=21)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	7	33	7	33	0	0	2	10	2	10	0	0	0	0	0	0
2	1	5	15	71	16	76	1	5	19	86	20	91	1	5	13	62	14	67
3	3	14	4	19	7	33	0	0	8	41	8	41	4	19	7	33	11	52
4	1	5	17	81	18	86	1	5	19	86	20	91	0	0	14	67	14	67
5	1	5	12	57	13	62	2	10	11	50	13	60	1	5	9	43	10	48
6	0	0	13	62	13	62	0	0	11	50	11	50	0	0	9	43	9	43
7	1	5	7	33	8	38	3	14	15	68	18	82	1	5	13	62	14	67
8	5	24	3	14	8	38	1	5	17	77	18	82	1	5	11	52	12	57
9	0	0	17	81	17	81	0	0	17	77	17	77	0	0	15	71	15	71
10	4	19	4	24	9	43	1	5	13	59	14	63	0	0	11	52	11	52
11	1	5	9	43	10	48	0	0	16	73	16	73	0	0	12	57	12	57
12	0	0	16	76	16	76	0	0	14	64	14	64	0	0	11	52	11	52
13	0	0	6	29	6	29	0	0	11	50	11	50	1	5	7	33	8	38
14	0	0	10	48	10	48	0	0	12	55	12	55	2	10	11	52	13	62
15	1	5	10	48	11	53	0	0	11	50	11	50	0	0	3	14	3	14

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

Tablo 57 incelendiğinde G grubunda yedi soruda (2, 4, 5, 6, 9, 12 ve 15. sorular) öğrencilerin %50'den fazlası alternatif kavramlar kullanarak soruyu cevaplandırmışlardır. İki soruda (11 ve 14. sorular) alternatif kavramlara sahip öğrenciler sınıfın yarısını oluşturmamakla beraber %48 gibi büyük bir bölüm kaplamaktadırlar. K grubunda on üç soruda sınıfın yarısı veya yarıdan fazlası alternatif kavramlara sahiptir. Sadece iki soruda (1 ve 3. sorular) soruya alternatif kavramlar kullanarak cevap verenlerin oranı %50'nin altındadır. D grubunda ise on beş sorunun onunda sınıfın yarıdan fazlasının (2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 14. sorularda) alternatif kavramlara sahip oldukları tablo 57'de görülmektedir. Bir soruda (5. soru) ise öğrencilerin %48 gibi büyük bir bölümü alternatif kavram içeren ifadeler kullanmışlardır.

Ön testte alternatif kavramların özellikle 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12 ve 14. sorularda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sorulardan 2 ve 4. sorular ışığın yayılma hızı ile ilgilidir. 2. soruda ışık kaynağı ile ışığın yayılma hızı, 4. soruda ise gece ve gündüz olmasına bağlı olarak ışığın yayılabileceği mesafeler sorulmaktadır. 7. soru beyazın oluşumu ile ilgilidir. 8. soru kırık cam parçalarının orman yangınlarına yol açmasını konu edinmektedir. 9. soru denizlerin niçin mavi görüldüğü ile ilgili düşünceleri almaktadır. 11. soruda ışığın kırılması, 12. soruda tam yansıma olayını konu edinmektedir. 14. soru ışık kaynağı olan cisimlerin insanlar tarafından nasıl görülebildiğinin açıklanmasını istemektedir.

3.3.2. Uygulamalar Sonrasında Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular

Uygulamaların Işık ünitesindeki mevcut alternatif kavramların terk edilmesinde ne kadar etkili olduğunu tespit etmek amacıyla son testte her bir soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin frekans ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 58'da sunulmuştur. Tablo 58 incelendiğinde testte bulunan on beş sorunun yedisinde (2, 4, 7, 9, 12, 14 ve 15. sorular) G grubundaki öğrencilerin yarıdan fazlasının alternatif kavramlara sahip olduğu görülmektedir. 6. soruda ise %47'lik bir öğrenci grubu alternatif kavramlar kullanarak soruya cevaplar vermişlerdir. K grubunda sadece üç soruda (4, 9 ve 12. sorular) öğrencilerin yarıdan fazlası alternatif kavramlara sahiptir. Bununla birlikte üç soruda (2, 11 ve 15. sorular) alternatif kavramlar içeren ifadeler kullananlar %48'i bulmuştur.

Tablo 58. Uygulama sonrası alternatif kavramlarının sorulara göre dağılımı

Soru No	G grubu (N=19)						K grubu (N=21)						D grubu (N=20)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	2	10	2	10	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	2	10
2	1	5	12	63	13	68	4	19	6	28	10	47	1	5	10	50	11	55
3	4	21	2	10	6	31	0	0	3	14	3	14	1	5	5	25	6	30
4	2	10	14	74	16	84	0	0	12	57	12	57	1	5	12	60	13	65
5	1	5	6	32	7	37	1	5	8	38	9	43	2	10	10	50	12	60
6	2	10	7	37	9	47	1	5	6	28	7	33	0	0	6	30	6	30
7	0	0	10	53	10	53	1	5	4	19	5	24	0	0	7	35	7	35
8	0	0	5	32	6	32	1	5	4	19	5	24	0	0	7	35	7	35
9	0	0	14	74	14	74	0	0	12	57	12	57	1	5	11	55	12	60
10	1	5	3	16	4	21	0	0	1	5	1	5	0	0	3	15	3	15
11	0	0	5	26	5	26	1	5	9	42	10	47	2	10	3	15	5	25
12	0	0	12	63	12	63	1	5	12	57	13	62	1	5	11	55	12	60
13	0	0	7	37	7	37	0	0	6	28	6	28	0	0	5	25	5	25
14	0	0	12	63	13	63	0	0	9	42	9	42	1	5	12	60	13	65
15	0	0	13	68	7	68	0	0	10	48	10	48	0	0	7	35	7	35

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

D grubunda öğrencilerin yarısı veya yarısından fazlasının alternatif kavramlara sahip olduğu altı soru (2, 4, 5, 9, 12 ve 14. sorular) bulunmaktadır. Bütün bunlara ek olarak K grubu öğrencileri en çok 12. soruda alternatif kavramlara sahiplerdir. Bu soruda öğrencilerin yaklaşık olarak %60'ı alternatif kavramlar içeren ifadeler kullanmıştır. D grubu öğrencilerinin 4 ve 14. başarılı olmadıkları görülmektedir. Bu iki soruda öğrencilerin %65'i alternatif kavramlara sahiptir. G grubunda ise en başarısız olunan sorularda (4, 9 ve 15. sorular) alternatif kavramlara sahip öğrenciler sınıfın %70–85 gibi çok daha büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bütün bunlara ek olarak üç gruptaki öğrencilerin öğretim sonrasında alternatif kavramlarının 4, 9 ve 12. sorularda yoğunlaştığı görülmektedir.

3.3.3. Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamadan Uzun Süre Sonra Alternatif Kavramlarının Sorulara Dağılımıyla İlgili Bulgular

Üç farklı yolla ışık ünitesini öğrenen öğrencilerin uygulamalardan iki ay sonra hangi sorularda ne kadar alternatif kavramlara sahip oldukları Tablo 59'da görülmektedir.

Tablo 59. Alternatif kavramların kalıcılığının sorulara göre dağılımı

Soru No	G grubu (N=22)						K grubu (N=22)						D grubu (N=18)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	1	5	1	5	0	0	2	9	2	9	1	6	2	11	3	17
2	2	9	17	77	19	86	2	9	7	32	9	41	0	0	10	56	10	56
3	2	9	6	27	8	36	2	9	1	5	3	14	1	6	0	0	1	6
4	0	0	19	86	19	86	0	0	11	50	11	50	0	0	11	61	11	61
5	0	0	10	45	10	45	0	0	7	32	7	32	0	0	7	39	7	39
6	1	5	6	27	7	32	0	0	8	36	8	36	1	6	4	22	5	28
7	1	5	8	36	9	41	1	5	3	14	4	19	1	6	5	28	6	34
8	0	0	8	36	8	36	0	0	9	41	9	41	1	6	6	33	7	39
9	0	0	17	77	17	77	0	0	9	41	9	41	0	0	8	44	8	44
10	2	9	5	23	7	32	0	0	3	14	3	14	0	0	5	28	5	28
11	0	0	7	32	7	32	1	5	7	32	8	37	0	0	2	11	2	11
12	0	0	15	68	15	68	0	0	12	55	12	55	0	0	9	50	9	50
13	0	0	4	18	4	18	0	0	4	18	4	18	1	6	2	11	3	17
14	0	0	15	68	15	68	0	0	10	45	10	45	0	0	9	50	9	50
15	0	0	12	55	12	55	0	0	11	50	11	50	0	0	8	44	8	44

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

G grubu öğrencilerinin yarısından fazlası Işık ünitesinin tamamlanmasından iki ay sonra testteki altı soruda (2, 4, 9, 12, 14 ve 15. sorular) alternatif kavramlara sahiptirler. Bir soruda ise öğrencilerin %45'i alternatif kavramalar içeren açıklamalar yapmışlardır. K grubunda ise üç soruda (4, 12 ve 15. sorular) alternatif kavramlar yoğunlaşmaktadır. Sorulardan birinde (14. soru) alternatif kavramlara sahip öğrenci oranı %45 ile sınıfın yarısına yaklaşmaktadır. Tablo 59 incelendiğinde 2, 4, 12 ve 14. sorularda D grubu öğrencilerinin %50 veya daha fazlasının alternatif kavramlara sahip olduğu görülmektedir. K grubunda en başarısız olunan sorularda alternatif kavramlara sahip öğrenciler sınıfın %55'ini geçmemektedir. D grubunda bu oran %60'a çıkmakta, G grubunda ise %86'leara ulaşmaktadır. 4 ve 12. sorularda sınıfların hiç birinde alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranı %50'nin altına düşmemiştir.

3.3.4. Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

K grubunda gerçekleştirilen uygulamaların mevcut alternatif kavramları gidermede ve elde edilen kazanımların kalıcılığını sağlamadaki etkilerini ayrıntılı bir şekilde

irdelemek amacıyla ön, son ve gecikmiş testte her bir soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin değişimi irdelenmiştir.

Tablo 60. K grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı

Soru No	Ön test (N=22)						Son test (N=21)						Gecikmiş test (N=22)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	2	10	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	2	9
2	1	5	19	86	20	91	4	19	6	28	10	47	2	9	7	32	9	41
3	0	0	8	41	8	41	0	0	3	14	3	14	2	9	1	5	3	14
4	1	5	19	86	20	91	0	0	12	57	12	57	0	0	11	50	11	50
5	2	10	11	50	13	60	1	5	8	38	9	43	0	0	7	32	7	32
6	0	0	11	50	11	50	1	5	6	28	7	33	0	0	8	36	8	36
7	3	14	15	68	18	82	1	5	4	19	5	24	1	5	3	14	4	19
8	1	5	17	77	18	82	1	5	4	19	5	24	0	0	9	41	9	41
9	0	0	17	77	17	77	0	0	12	57	12	57	0	0	9	41	9	41
10	1	5	13	59	14	63	0	0	1	5	1	5	0	0	3	14	3	14
11	0	0	16	73	16	73	1	5	9	42	10	47	1	5	7	32	8	37
12	0	0	14	64	14	64	1	5	12	57	13	62	0	0	12	55	12	55
13	0	0	11	50	11	50	0	0	6	28	6	28	0	0	4	18	4	18
14	0	0	12	55	12	55	0	0	9	42	9	42	0	0	10	45	10	45
15	0	0	11	50	11	50	0	0	10	48	10	48	0	0	11	50	11	50

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

Tablo 60 incelendiğinde ön testte iki soru haricinde diğer bütün sorularda öğrencilerin yarıdan fazlası alternatif kavramlara sahipken son test ve gecikmiş testte sadece üç soruda bu durumun yaşandığı görülmektedir. Uygulamalar sonrasında 12 ve 15. sorular haricindeki diğer bütün sorularda alternatif kavramlara sahip öğrencilerde büyük azalmaların olduğu görülmektedir. 1. soruda uygulamalardan hemen sonra alternatif kavramlara sahip öğrenci kalmamış olmasına rağmen iki ay sonrasında ön testteki duruma geri dönmüştür. Ancak bu soruyu alternatif kavramalar kullanarak cevaplayan öğrenciler %10 gibi sınıfın çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. 4 ve 9. sorularda bu sınıfta gerçekleştirilen uygulamalar alternatif kavramların büyük oranlarda azalmasını sağlamıştır. Ancak son testte bu sorularda sınıfın yaklaşık olarak yarısı hala alternatif kavramlara sahiptir. Gecikmiş testte 9. soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerde azalma dikkati çekerken 4. soruda sınıfın yarısı alternatif kavramlarını devam ettirmişlerdir.

3.3.5. Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

D grubunda uygulanan öğretim faaliyetlerinin alternatif kavramları gidermeye sağladığı katkıları tespit edebilmek amacıyla ön, son ve gecikmiş testte her bir sorunun alternatif kavramlar kullanılarak cevaplandırılma oranları karşılaştırılmıştır.

Tablo 61. D grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı

Soru No	Ön test (N=21)						Son test (N=20)						Gecikmiş test (N=18)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	2	10	1	6	2	11	3	17
2	1	5	13	62	14	67	1	5	10	50	11	55	0	0	10	56	10	56
3	4	19	7	33	11	52	1	5	5	25	6	30	1	6	0	0	1	6
4	0	0	14	67	14	67	1	5	12	60	13	65	0	0	11	61	11	61
5	1	5	9	43	10	48	2	10	10	50	12	60	0	0	7	39	7	39
6	0	0	9	43	9	43	0	0	6	30	6	30	1	6	4	22	5	28
7	1	5	13	62	14	67	0	0	7	35	7	35	1	6	5	28	6	34
8	1	5	11	52	12	57	0	0	7	35	7	35	1	6	6	33	7	39
9	0	0	15	71	15	71	1	5	11	55	12	60	0	0	8	44	8	44
10	0	0	11	52	11	52	0	0	3	15	3	15	0	0	5	28	5	28
11	0	0	12	57	12	57	2	10	3	15	5	25	0	0	2	11	2	11
12	0	0	11	52	11	52	1	5	11	55	12	60	0	0	9	50	9	50
13	1	5	7	33	8	38	0	0	5	25	5	25	1	6	2	11	3	17
14	2	10	11	52	13	62	1	5	12	60	13	65	0	0	9	50	9	50
15	0	0	3	14	3	14	0	0	7	35	7	35	0	0	8	44	8	44

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

Tablo 61 incelendiğinde testin 1. sorusunda öğrenim öncesinde alternatif kavramlara sahip öğrenci bulunmazken son ve gecikmiş testte öğrencilerden iki veya üç tanesi yanlışlı ifadeler kullanmışlardır. 15. soruda ise ünitenin öğrenilmesinden sonra alternatif kavramlara sahip öğrenciler %20–30 gibi azımsanmayacak oranda artış göstermiştir. Bu iki soruda alternatif kavramlardaki artış kalıcı olmuştur. 5. soruda ise öğrenimden hemen sonra alternatif kavramlarda meydana gelen artış kalıcı olmamıştır. 4 ve 12. sorularda sürecin başından sonuna alternatif kavramlara sahip öğrencilerde önemli değişiklikler olmamıştır. 2. soruda ise yaklaşık olarak %10'luk bir gerileme sağlanmakla beraber bu soruda sınıfın yarısından fazlası hala alternatif kavramlarını devam ettirmektedir. Benzer durum 14 soruda da karşımıza çıkmaktadır. Uygulamalar testteki yedi sorudaki (3, 6, 7, 8,

10, 11 ve 13. sorularda) alternatif kavramların kalıcı bir şekilde giderilmesine katkı sağlamıştır. Bütün bunlara ek olarak 9. soruda ön testten gecikmiş teste doğru her uygulamada yaklaşık %10'luk düşüşler olmuştur. 3. soruda da son testten sonra gecikmiş testte büyük düşüş dikkat çekmektedir.

3.3.6. Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Alternatif Kavramlarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

MEB tarafından dağıtılan kitap setinin Işık ünitesindeki alternatif kavramların giderilmesine sağladığı katkıları daha detaylı inceleyebilmek amacıyla, G grubu öğrencilerinin süreç boyunca her bir soruda alternatif kavramlara sahip olma durumu irdelenmiştir.

Tablo 62. G grubu öğrencilerinin ön, son ve gecikmiş testte sahip oldukları alternatif kavramların sorulara dağılımı

Soru No	Ön test (N=21)						Son test (N=19)						Gecikmiş test (N=22)					
	DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam		DSAK		YSAK		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	7	33	7	33	0	0	2	10	2	10	0	0	1	5	1	5
2	1	5	15	71	16	76	1	5	12	63	13	68	2	9	17	77	19	86
3	3	14	4	19	7	33	4	21	2	10	6	31	2	9	6	27	8	36
4	1	5	17	81	18	86	2	10	14	74	16	84	0	0	19	86	19	86
5	1	5	12	57	13	62	1	5	6	32	7	37	0	0	10	45	10	45
6	0	0	13	62	13	62	2	10	7	37	9	47	1	5	6	27	7	32
7	1	5	7	33	8	38	0	0	10	53	10	53	1	5	8	36	9	41
8	5	24	3	14	8	38	0	0	6	32	6	32	0	0	8	36	8	36
9	0	0	17	81	17	81	0	0	14	74	14	74	0	0	17	77	17	77
10	4	19	5	24	9	43	1	5	3	16	4	21	2	9	5	23	7	32
11	1	5	9	43	10	48	0	0	5	26	5	26	0	0	7	32	7	32
12	0	0	16	76	16	76	0	0	12	63	12	63	0	0	15	68	15	68
13	0	0	6	29	6	29	0	0	7	37	7	37	0	0	4	18	4	18
14	0	0	10	48	10	48	0	0	12	63	12	63	0	0	15	68	15	68
15	1	5	10	48	11	53	0	0	13	68	13	68	0	0	12	55	12	55

(DSAK: Doğru seçenek alternatif kavram, YSAK: Yanlış seçenek alternatif kavram)

Tablo 62 incelendiğinde Işık ünitesinin öğretimi öncesinde öğrencilerin yarıdan fazlasının alternatif kavramlara sahip oldukları yedi sorunun beşinde (2, 4, 9 ve 12. sorularda) öğretimden hemen sonra ve iki ay sonrasında da bu oranın %55'in altına inmediği görülmektedir. Sınıfın büyük çoğunluğunun alternatif kavramlara sahip olmadığı

3, 8 ve 13. sorularda önemli değişiklikler olmamıştır. Ön testte öğrencilerin yarısından daha fazlasının alternatif kavramlara sahip olduğu 5 ve 6. sorularda, öğrenim sonrasında yaklaşık olarak %20'lik azalma gerçekleşmiş ve alternatif kavramlara sahip öğrenciler %50'nin altına inmiştir. Bu başarı gecikmiş testte de korunmuştur. 1, 10 ve 11. sorularda ön testte sınıfın yarısından daha azı alternatif kavramlara sahiptir. Öğretim sonrasında bu sorularda alternatif kavramlara sahip öğrencilerde yaklaşık olarak %20 gerileme olmuştur. Bu sorularda elde edilen kazanımların kalıcı olduğu Tablo 62'de görülmektedir. 7. soruda ünite öncesinde öğrencilerin %33'ü alternatif kavramlara sahipken ünite tamamlandığında bu oran %53'e yükselmiştir. Uygulamaların sebep olduğu bu artış kalıcı olmamıştır. Benzer durum 15. soruda da yaşanmıştır. 14. soruda ise uygulamalar alternatif kavramlara sahip öğrencilerin artmasına yol açmıştır. Öğrenciler öğretim sonrasında kazandıkları bu alternatif kavramları iki ay sonrasında da devam ettirmişlerdir.

3.3.7. Işık Ünitesinde Öğrencilerde Yaygın Alternatif Kavramlara Örnekler

İlköğretim 7. sınıf düzeyinde Işık ünitesi kazanımlarına paralel olarak öğrencilerin zihinlerinde bilimsel olarak kabul edilen açıklamalar ile uyumlu olmayan ne gibi fikirler olduğunu örneklendirmek amacıyla, testin çoktan seçmeli ve özellikle açık uçlu bölümüne verilen yanıtlardan elde edilen alternatif kavramlar özetlenmiştir. Her bir soruda en sık karşılaşılan alternatif kavramlar Tablo 63'de görülmektedir.

Tablo 63. Öğrencilerde yaygın alternatif kavramlara örnekler

Soru No	Konu	Alternatif Kavramlar
1	Işığın tanımlanması	Işık saydam bir maddedir. Işık boşluğu dolduran ve görmemizi sağlayan bir maddedir. Işık el feneri, lamba gibi kaynakların etrafı aydınlatmasıdır.
2	Işık kaynağı ve ışığın yayılma hızı	Işık kaynağının şiddeti arttıkça ışığın yayılma hızı artar. Yapay ışık kaynaklarından çıkan ışınların yayılma hızı kullandıkları enerji kaynağına bağlı olarak değişir. Örneğin ampul elektrikli olduğundan el fenerinden daha hızlı ışınlar yayar. Işık kaynağının aydınlatığı alana bağlı olarak yayılma hızı artar. Örneğin ampul ve mum bütün etraflarını aydınlatır, el feneri ise sadece bir yönü aydınlatır. Bu nedenle el fenerinden çıkan ışık ışınları daha yavaştır.

Tablo 63'ün devamı

3	Işığın yayılma hızı ve ortam	Işığın hızı asla değişmez. Işığın hızı sadece bir engelle çarpması durumunda değişir. Işığın yayılma hızı ortama bağlı değildir, saydam maddelerin hepsinde ışık aynı hızda yayılır. Işık camdan kolaylıkla geçebildiği için en hızlı camda yayılır. Işık camda yayılmaz. Işık suda yayılmaz.
4	Gece ve gündüz olmasına bağlı olarak ışığın yayılması	Güneşin ışığı mumdan çıkan ışığa çarparak onu hızlandırdığı için gündüz ışık daha uzağa yayılır. Aydınlıkta her yer açıktır ışık hızlı gider. Gece karanlığı ışığın bir miktarını tutar ve ışık yavaşlar. Karanlıkta mum yaktık mı her yer aydınlanır bu nedenle karanlıkta ışık hızlı gider.
5	Cisimlerin renkli görülmesi	Cisimler hangi renkteki ışığı tutarsa o renkte görünürler. Renklerin oluşmasında ışık etkili değildir, cisim ne renk boyanırsa o renkte görülür. Cisimler hangi renkteki ışığı kırarsa o renkte görünürler.
6	Siyahın oluşumu	Cisme gelen siyah renk tutulunca cisim siyah görünür. Gelen ışının hepsi yansır yani cisme ışık kalmaz ve cisim siyah görünür. Bütün renklerin birleşmesiyle siyah oluşur.
7	Beyazın oluşumu	Cisimler üzerine düşen ışığın tamamını yansıtıklarında kendilerine bir renk kalmaz ve renksiz görünürler. Cisim sadece beyazı yansıtır ise beyaz görünür. Beyaz, cisimlerin herhangi bir renge boyanmamış olmasıdır.
8	Mercekler ve orman yangınları	Şişeye çapınca ışık katlanır etkisi artar şiddetlenir ve yangın olur. Cam şişeye güneş vurur cam şişe ısınır ve yanar ateş her yere yansır. Işık camdan geçemediği için orada toplanır, toplanan ışığın etkisi ile sıcaklık artar ve yangın çıkar. Cam kırıkları ışığı yansıtır, etrafa yansıyan ışınlar bir yere yoğun olarak gelirse orayı yakar.

Tablo 63'ün devamı

9	Denizlerin mavi görünmesi	Suyun rengi yoktur, bu nedenle gökyüzü ne renk ise denizlerde o renktir, gökyüzü sarı olsaydı denizde sarı olurdu. Deniz suyunu oluşturan maddeler mavi renkli olduğundan denizler mavidir. Deniz suyunun ışığın mavi tonlarını daha çok (tutması) soğurması
10	Gökyüzünün mavi görünmesi	Denizlerin mavisi atmosfere yansır ve gökyüzü mavi olur. Bulutlar mavi renkli olduğundan gökyüzü de mavidir. Havayı oluşturan azot, oksijen ve karbondioksit gazlarının mavi rengi oluşturduğundan gökyüzü mavi görünür.
11	Işığın kırılması	Cisim opak maddelere çarparsa kırılır. Işık doğrusal olarak yayılır eğer eğiliyor ise kırılmış olur. Işık bir engele çarpıp geri döner ise kırılmış olur. Işık bir cisme çarpınca çok sayıda ışığa parçalanır ve kırılmış olur. Işık cisme vurur ortadan bölünür ve kırılmış olur.
12	Tam yansıma	Düzlem aynaya çarpan ışık her yere yansır ve tam yansıma olur. Düzlem aynanın yüzeyi pürüzsüz olduğundan tam yansıma olur. Işık geldiği gibi hiç eğilip bükülmeden aynen yoluna devam ederse tam yansır.
13	Cisimlerin görülmesi	Görmek için bakmak yeterlidir. İnsan gözünden çıkan ışınlar gelir ve cisim görülür. Lambadan çıkan ve insan gözünden çıkan ışık cisimde toplandığında görme olayı gerçekleşir. Işık cisme çarpar, cisim parlar, kişinin dikkatini çeker ve kişi cismi görür. Işık kaynağından çıkan ışık hem cisme aynı zamanda hem de gözümüze gelirse cisimler görülebilir.
14	Işık kaynağı olan cisimlerin görülmesi	Işık kaynağı olan cisimlerin görülebilmesi için başka bir ışık kaynağından çıkan ışınların o cisme çarparak göze yansıması gerekir. Işık kaynağı olan cisimlerin görülebilmesi için o cisimden çıkan ve insan gözünden çıkan ışınların birleşmesi gerekir. Başka bir ışık kaynağından çıkan ışınlar hem ışık kaynağı olan cisme hem de gözümüze geldiğinde görme gerçekleşir.

Tablo 63'ün devamı

15	Işık ve görme	Ortam karanlık olsa bile cisimler depoladıkları ışığı yayarlar bu nedenle onları bir süre görebiliriz. Karanlık bir ortamda ilk 5 -10 dakikadan sonra göz bebeği karanlığa uyum sağlar ve cisimler görülmeye başlanır. Karanlık bir ortamda renkler parlar bu nedenle renkli cisimler karanlıkta görülebilir. Aydınlıktan karanlığa geçildiğinde ilk 5–10 dakika etki sürer, cisimler görülebilir, ilk dakikalardan sonra ortalık karanlık olur ve görülmez.

3.4. Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Bulgular

Üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkileri Işık Ünitesi Başarı Testi'nden elde edilen veriler ile tespit edilmiştir. Öncelikle üç grubun ön, son ve gecikmiş testten aldıkları puanlar karşılaştırılmıştır. İkinci olarak her bir grubun süreç boyunca nasıl bir değişim gösterdiği irdelenmiştir.

3.4.1. Uygulamalar Öncesinde Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular

Çalışmaya katılan öğrencilerin uygulamalar öncesinde üniteye ele alınacak kazanımlar ile ilgili mevcut durumlarının benzerlik gösterip göstermediği Kruskal-Wallis test ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 64. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama öncesi akademik başarılarının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	18	30.75	1.56	2	.45
K	21	27.0			
D	21	33.7			

Tablo 64 incelendiğinde $p > .05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Bununla birlikte D grubunun ortalama sıra değeri diğerlerinden daha

yüksektir. K grubu ise ele alınacak kazanımlar hakkında en düşük ortalama sıra değerine sahiptir.

3.4.2. Uygulamalar Sonrasında Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular

Işık ünitesinde ele alınan kazanımlara ulaşmada çalışma kapsamında yürütülen üç farklı uygulamanın hangisinin daha etkili olduğu son test verilerinin analizi ile tespit edilmiştir.

Tablo 65. Her üç gruptaki öğrencilerin uygulama sonrası akademik başarılarının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	22	32.2	.23	2	.89
K	22	34.5			
D	21	32.1			

Tablo 65'e göre; $p > .05$ olduğundan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Bununla birlikte ortalama sıra değerlerine bakıldığında G ve D gruplarının eşit olarak kabul edilebileceği, K grubunun ortalama sıra değerinin az bir farkla daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.4.3. Her Üç Gruptaki Öğrencilerin Uygulamalardan Uzun Süre Sonra Akademik Başarılarıyla İlgili Bulgular

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamadan hangisinin akademik başarı üzerinde kalıcı etkiler meydana getirdiğine ilişkin bulgular Tablo 66'da verilmiştir.

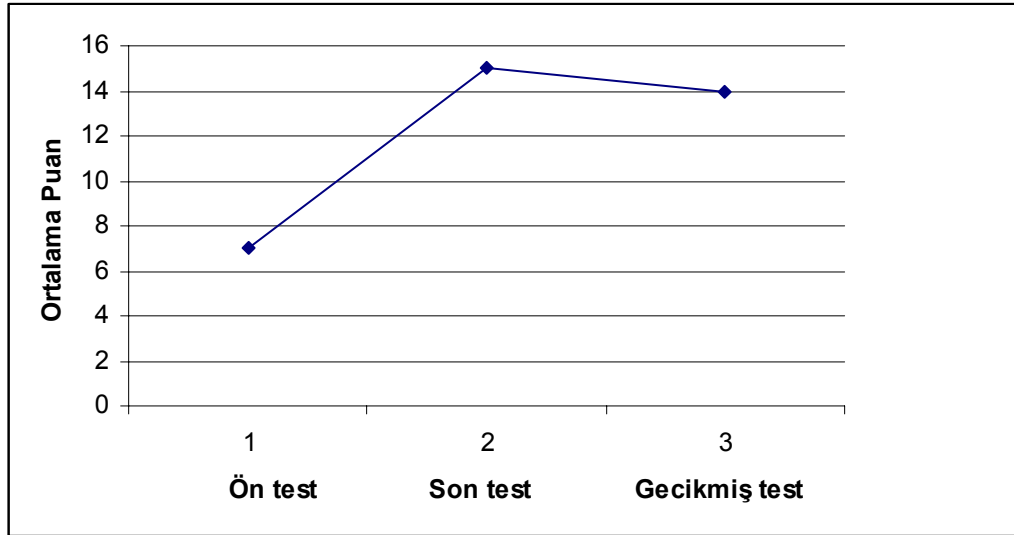
Tablo 66. Her üç gruptaki öğrencilerin akademik başarılarının kalıcılığının karşılaştırılması

Grup	N	Ort. Sıra	χ^2	Sd	p
G	19	26.7	2.61	2	.27
K	21	34.2			
D	18	26.9			

$p > .05$ olduğundan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak K grubunun ortalama sıra değeri diğer iki gruptan oldukça yüksektir. G ve D gruplarının ortalama sıra değerleri birbirine çok yakındır.

3.4.4. Bilimin Doğasını Kavramsal Değişim Pedagojisiyle Öğrenen Öğrencilerin Akademik Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

K grubu öğrencilerinin Işık ünitesinde akademik başarılarının süreç boyunca nasıl bir değişim gösterdiğinin tespitinde öncelikle ön, son ve gecikmiş testten elde edilen puanların ortalaması grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 13. K grubunun akademik başarı puanlarının süreç boyunca değişimi

K grubu öğrencilerinin ön test ortalaması 7'dir. Son testte sınıf ortalaması 15'e yükselmiştir. Şekil 13 incelendiğinde öğretimin tamamlanmasından sekiz hafta sonra ise sınıf ortalamasının 14 olduğu görülmektedir. Bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile tespit edilmiştir. Öncelikle K grubunun ön ve son testi arasında, daha sonra son ve gecikmiş testi arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 67. K grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	0	.00	.00	-3.826*	.00
Pozitif sıra	19	10.00	190.00		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 67 incelendiğinde; K grubu öğrencilerinin ön test ve son testten aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($z=3.826$, $p<.000$). Sıra toplamaları dikkate alındığında bu farkın negatif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Son testte elde edilen başarının gecikmiş testte devam edip etmediğine ilişkin bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 68. K grubunun son test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	10	10.25	102.50	-.302*	.76
Pozitif sıra	9	9.72	87.50		
Eşit					

*Pozitif sıralar temelinde

Tablo 68’de verilen analiz sonuçları K grubu öğrencilerinin son test ve gecikmiş test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir ($p>.05$). K grubunda öğretim öncesi ve ünitenin tamamlanmasından sekiz hafta sonraki akademik başarı arasında fark olup olmadığının tespit etmek amacıyla ön ve gecikmiş test puanları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 69’da sunulmuştur.

Tablo 69. K grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

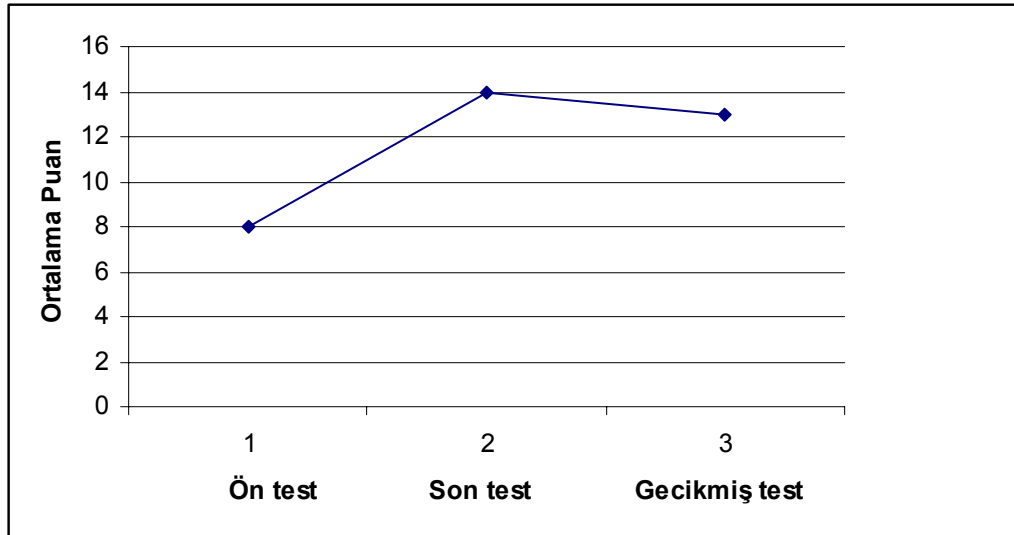
Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	0	.00	.00	-3.92*	.00
Pozitif sıra	20	10.5	210		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

$p=.00$ olduğundan K grubu öğrencilerinin ön ve gecikmiş test akademik başarı puanları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Sıra toplamalarına bakıldığında bu farklılığın gecikmiş test lehine olduğu görülmektedir.

3.4.5. Bilimin Doğasını Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğrenen Öğrencilerin Akademik Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

D grubu öğrencilerinin Işık Ünitesi Başarı Testi'nin ön, son ve gecikmiş test olarak uygulanışında elde ettikleri ortalama puanların değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 14. D grubunun akademik başarı puanlarının süreç boyunca değişimi

Uygulamalar öncesinde D grubu öğrencileri Işık Ünitesi Başarı Testi'nden ortalama 8 puan elde etmiştir. Ünite tamamlandığından sınıf ortalaması 14'e yükselmiştir. Gecikmiş testte ise son test sonuçlarına göre sadece bir puanlık bir gerileme ortalamasının 13'e düşmüştür. Elde edilen bu puanlar arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığı istatistiksel analizler ile irdelenmiştir.

Tablo 70. D grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	4	5.00	20	-3.179*	.00
Pozitif sıra	16	11.88	190		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

D grubu öğrencilerinin ön ve son testten aldıkları puanlar arasındaki fark anlamlıdır ($z=3.179$, $p<.00$). Sıra toplamlarına bakıldığında farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Son testte elde edilen bu başarının sekiz hafta sonra devam edip etmediğine ilişkin analiz sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 71. D grubunun son test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Kalıcılık test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	10	9.90	99	-.589*	.55
Pozitif sıra	8	9.00	72		
Eşit					

* Pozitif sıralar temelinde

Tablo 71 incelendiğinde $z=589$ ve $p>.05$ olduğu görülmektedir. Bu analiz sonuçları D grubunun son test ve gecikmiş test puanları arasında anlamlı farklılık bulunmadığını göstermektedir. D grubunun üniteye başlamadan önce ve ünite tamamlandıktan sekiz hafta sonra akademik başarıları karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. D grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

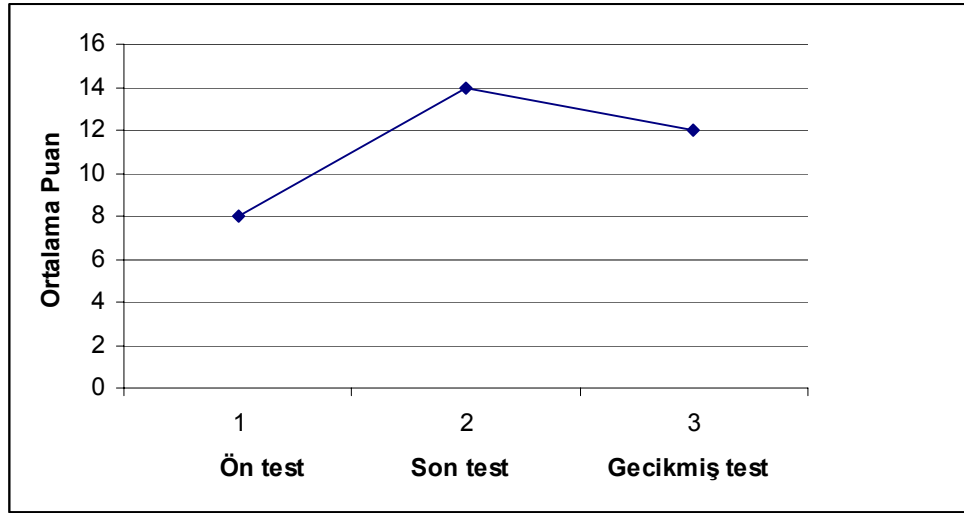
Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	6	4.17	25	-2.44*	.01
Pozitif sıra	11	11.64	128		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 72 incelendiğinde $p=.01$ olduğu görülmektedir. $p<.05$ olduğundan ön ve gecikmiş test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Sıra toplamalarına göre farklılık gecikmiş test lehinedir.

3.4.6. Mevcut Kitap Setiyle Öğrenim Gören Öğrencilerin Işık Ünitesi Başarılarının Uygulama Sürecindeki Değişimiyle İlgili Bulgular

G grubu öğrencilerinin akademik başarı puanlarının süreç nasıl bir değişim Şekil 15’de görülmektedir.



Şekil 15. G grubunun Işık Ünitesi Başarı puanlarının süreç boyunca değişimi

Üniteye başlamadan önce G grubu öğrencilerinin akademik başarı puanlarının ortalaması 8’dir. Işık ünitesini MEB kitabıyla öğrenen öğrencilerin son testte ortalama puanları 14’e yükselmiştir. Ünitenin tamamlanmasından sekiz hafta sonra sınıf ortalaması 12 olarak tespit edilmiştir. Akademik başarı puanlarındaki bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının yanıtı aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 73. G grubunun ön test ve son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Son test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	4	2.88	11.50	-3.078*	.00
Pozitif sıra	13	10.88	141.50		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 73 incelendiğinde $z=3.078$ ve $p<.05$ olduğundan G grubun ön ve son testi arasında son test lehine anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Son test ile gecikmiş test arasındaki karşılaştırma sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 74. G grubunun son test ve kalıcılık testi akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	12	10.08	121.00	-1.550*	.12
Pozitif sıra	6	8.33	50.00		
Eşit					

* Pozitif sıralar temelinde

Tablo 74 incelendiğinde $p>.05$ olduğu bu nedenle G grubunun son testte elde ettiği puanlar ile gecikmiş testte elde ettiği puanlar arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. MEB kitabı ile öğrenim gören öğrencilerin üniteyi öğrenmeden önceki durumları ile ünitenin tamamlanmasından sekiz hafta sonra akademik başarı arasında farklılık olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 75. G grubunun ön test ve gecikmiş test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması

Gecikmiş test- ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	1	6.5	6.5	-3.32*	.00
Pozitif sıra	16	9.16	146.6		
Eşit					

*Negatif sıralar temelinde

Tablo 75'e göre $p=.00$ 'dır. $p<.05$ olduğundan ön test ve gecikmiş testten elde edilen akademik başarı puanları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Sıra toplamlarına bakıldığında farkın pozitif sıralar yani gecikmiş test lehine olduğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada biri bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi diğeri doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile zenginleştirilen iki öğretim materyali ile MEB tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkileri çeşitli değişkenler açısından incelenmiştir. Bu bölümde araştırmanın alt amaçlarına yönelik olarak elde edilen bulgular, literatürde yapılmış olan çalışmaların sonuçları ile birlikte tartışılmıştır.

4.1. Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Tartışma

Çalışmanın birinci alt amacı; üç farklı uygulamanın öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları görüşleri nasıl etkilediğini ve bu etkilerin kalıcılığını değerlendirmektir. Bu bölümde, çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğasının altı unsurunda öğrencilerin neler düşündüğü ve üç farklı uygulamanın bu unsurlardaki görüşleri nasıl etkilediğine ilişkin tartışmalar alt başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.1. Bilimin Doğasının Geçici Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Işık ünitesinin öğretimine başlamadan önce öğrencilerin çok azı örneğin; bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğreneceklerin %10'u, doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğreneceklerin %30'u, MEB kitabıyla öğreneceklerin %24'ü bilimsel bilgilerin kesin doğrular değil bugün kabul edilen en iyi açıklamalar olduğu şeklinde görüşlere sahiplerdir. Bu öğrenciler yapılan bilimsel çalışmalar ile bir konu hakkında yeni veriler elde edilebileceğini, bugün sahip olunan bilgilerin eksik veya yanlış olabileceğini fark etmişlerdir. Ön testte her üç grupta öğrencilerin çoğunun bilimin geçici unsuruna yönelik görüşlerinin geçici kategorisinde yığıldığı dikkati çekmektedir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Başka bir ifade ile öğrenciler anketin bazı sorularında bilimsel bilgiler değişebilir cevabı verirken bazı sorularda bilgilerimizin kesin olduğunu ve asla değişmeyeceğini savunmaktadırlar. Bu gruptaki öğrenciler genellikle doğrudan sorulduğunda bilimsel bilgilerin değişebileceğini savunmaktadırlar.

Bununla birlikte bilimsel bilgilerin değişebilir olmasını daha çok yeni verilerin elde edilmesi ile açıklamakta, mevcut verilerin farklı şekillerde yorumlanabileceğini göz ardı etmektedirler. Bu durum öğrencilerin bilimi teknolojiye özdeş olarak düşünmelerinden, bilim ve teknoloji arasındaki karşılıklı ilişkileri tam olarak kavrayamamış olmalarından kaynaklanıyor olabilir. “Cep telefonları, bilgisayarlar geçmişte çok farklıydı günümüzde çok daha farklılar örneğin çok küçükler. Teknoloji sürekli ilerliyor, teknoloji ilerledikçe yeni çalışmalar yapılıyor ve konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde ediliyor” şeklinde açıklamalar bu görüşü destekler niteliktedir. Değişken görüşlere sahip öğrencilerin çoğu atom hakkındaki bilgilerin değişebilir olduğu ancak dinazorlar hakkındaki bilgilerin kesin olduğunu savunmaktadırlar. Bu durum ders kitaplarından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü 6. sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde atom modellerinin gelişimi tarihsel olarak incelenmemekle birlikte atom hakkında çalışan bilim insanlarından söz edilmektedir. Öğrencilerin çoğunun “Geçen yıl ders kitabımızda atom hakkında çalışan bilim insanları vardı, birçok kişi çalışmış ama bugün her şey bulunmuş değil” şeklindeki açıklamaları bu görüşü kuvvetlendirmektedir. Dinazorlar hakkındaki bilgilerin değişmez olduğunun düşünülmesi ise dinazorların maket, çizgi filmler vb. ile öğrenciler için somut bir konu olmasından kaynaklanıyor olabilir. Öğrencilerin dinozorlara ait kemikler bulunduğu bu nedenle yanlış veya eksik bir şeylerin olamayacağı, atomların çok küçük olduğu bu nedenle onların görülemediği ya da çok çok özel araçlarla gözlemlenebildiği şeklindeki açıklamaları bu görüşü destekler niteliktedir. Metin (2009) öğrencilerin bilimsel bilgilerin değişebilirliği ile ilgili görüşlerinin konu içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini rapor etmiştir. Tsai (2006) ise yaptığı çalışmada bilimsel bilginin geçici unsuru ile ilgili düşüncelerin fen disiplinine göre örneğin fizik ve biyoloji disiplinlerine göre değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. Bütün bunlara bağlı olarak konunun somut veya soyut olmasının, fen disiplinin ve özel konu alanının öğrencilerin bilimsel bilgilerin geçiciliği ile ilgili görüşlerini etkilediği söylenebilir. Bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisi ile zenginleştirilen öğretim materyali ve MEB kitabı grubunda öğrencilerin çok küçük bir bölümü, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda ise bu iki gruba göre biraz daha çok sayıda öğrenci bilimsel bilgilerin asla değişmeyeceğini düşünmektedir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Bilim insanlarının birçok araştırma sonucunda, sadece deneysel verilere dayalı olarak sonuçlara ulaştıkları, bilim insanlarının tamamen objektif ve güvenilir oldukları, bilimin asla hata yapmayacağı inancı bu görüşlerin oluşmasına yol açmış olabilir. Yapılan mülakatlarda öğrencilerin “O’nlar adı

üzerinde bilim insanı yanlış bir şeyler söylemezler. Emin olmadan bir şey söylemezler, çünkü söylediklerinin yanlış olduğu ortaya çıkarsa onlara bir daha kimse inanmaz. Bu bilgiler kesin doğru olmasa kitaplara koyulmaz” şeklindeki ifadeleri bu gerekçeleri doğrular niteliktedir. Öğrencilerin zihinlerindeki bu tür düşünceler literatürde bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Örneğin; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Erdoğan, 2004; Khisfe ve Lederman, 2006; Küçük, 2006). Bu bağlamda bilimin geçici unsurundaki zayıf görüşlerin öğrencilerin bilim insanlarının ve buna bağlı olarak bilimin güvenilir olduğuna, bilimsel yollarla elde edilen sonuçların hatalı veya eksik olamayacağına inanmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bütün bu açıklamalara bağlı olarak çalışmaya katılan her üç gruptaki öğrencilerin bilimin geçici unsurunda yeterli görüşlere sahip olmadıkları söylenebilir. Bu sonuç literatürdeki birçok çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Murcia ve Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Bora, 2005; Kang vd., 2005; Akerson ve Volrich, 2006; Çelikdemir, 2006; Freidman, 2006; İrez, 2006; Küçük ve Çepni, 2006a; Rannikmae vd., 2006; Ayvacı, 2007; Parker vd., 2008; Yiğit vd., 2010).

Kavramsal değişim pedagojisi bilimin doğasının geçici unsurunda %10'luk yeterli görüşleri %77'ye yükseltmiştir. Bu büyük artış değişken kategorisindeki cevapların %86'dan %23'e gerilemesine yol açmıştır (Tablo 28-s: 208 ve Tablo 29-s: 209). Gecikmiş testte de benzer oranlar büyük ölçüde korunmuştur (Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Bu olumlu sonuçlar üç sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan ilki uygulanan KDMdir. Bu grupta ünitenin öğretimi sırasında kullanılan KDMnin özellikle beş tanesinde (Işıktan Faydalanma, Bil Bakalım Ben Neyim?, Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?, Nasıl Görürüz? ve Olay Yeri İnceleme) bilimin doğasının geçici unsuruna odaklanılmıştır. Öğrencilerin son ve gecikmiş testte “Bize dağıtılan kağıtlarda bu sorunun benzeri vardı, ben orada bilimsel bilgiler değişmez demiştim ancak yanlış düşünüyordum” gibi ifadeler kullanmaları bu görüşü desteklemektedir. Diğer bir sebep “Bilimin Doğası Kavram Panosu” olabilir. Her bir KDM sınıfta uygulandıktan sonra öğrencilerden bu KDMden öğrendikleri ile ilgili şiir, resim, fıkra, tekerleme vb. ürünler yapmaları istenmiş ve bu çalışmalardan “Bilimin Doğası Kavram Panosu” oluşturulmuştur. Bilimsel bilgilerin kesin olmayan geçici doğası en çok ürün hazırlanılan unsur olmuştur. Öğrencilerin anket ve mülakatlarda bilimsel bilgilerin geçiciliğini kavram panosunda sunulan ürünlere özellikle de bilimin geçici doğasını Plüton'un gezegen olarak kabul edilmeyerek cüce gezegenler sınıfına alınması üzerinden anlatan karikatüre atıfta bulunarak açıklamaları

dikkati çekmiştir. Son olarak ise ünite performans görevi bu olumlu sonuçlara katkı sağlamış olabilir. Bu performans görevi bilimin doğasının özellikle geçici ve deneysel unsurlarının fark edilmesinde ek bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Performans görevinde öğrenciler ışık hızının bugün bilinen değerinin elde edilinceye kadar kimlerin hangi matematiksel değerleri hesapladığını irdelemişlerdir. Bu sırada öğrenciler bugün doğru kabul edilen bir bilimsel bilginin geçmişte farklı şekillerde kabul edilebildiğini gerçek bir örnek üzerinden tecrübe etme fırsatı bulmuşlardır.

Bilimin doğasını yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modelinin içerisine yerleştirilen doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğrenen grupta, bilimin geçici unsurunu kavrayanlar %30'dan %64'e yükselmiştir (Tablo 30-s: 216 ve Tablo 31-s: 216). Öğretimin tamamlanmasından sekiz hafta sonra yeterli görüşlerde yaklaşık olarak %15'lik gerileme olmuştur. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım sadece %18'lik bir öğrenci grubunun bilimin geçici unsurunda yeterli görüşleri kalıcı bir şekilde benimsemesini sağlamıştır. %52 gibi sınıfın büyük bir bölümü hala değişken görüşlere sahiptir (Tablo 37-s: 239 ve Tablo 38-s: 240). Bu bağlamda doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin geçici unsurunun kavranmasında olumlu etkilerinin olduğu ancak bu etkilerin kalıcılığının zayıf olduğu söylenebilir. Akerson vd. (2006) nin sınıf öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğası unsurları ile ilgili yeterli görüşlerin benimsenmesine katkı sağladığı ancak bu katkıların uzun süreli olmadığı tespit edilmiştir. Bu grupta bilimin geçici unsuruna yönelik üç etkinlik uygulanmıştır. Bunların tamamı KDMnin etkinliğe dönüştürülmüş şekilleridir. KDM bilimin doğasının geçici unsurunda yeterli görüşlerin elde edilmesinde büyük artışlar sağlarken ve bu artışlar büyük oranda kalıcı olurken, etkinliklerde benzer sonuçların elde edilememesi birkaç farklı sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan ilki belki de en önemlisi uygulama yaklaşımıdır. KDM öncelikle öğrencilerin mevcut düşüncelerini ortaya çıkaran sorular ile başlamaktadır. Yanlış ve doğru düşünceler açıkça ve gerekçeleri ile birlikte sunulmaktadır. Öğrenciler üzgün ve gülen yüz ifadeleriyle görselliği arttırılan tabloları incelediğinde kendi düşüncesinin eksik veya hatalı kısımlarını görebilmektedir. Diğer bir ifade ile KDM sadece ele alınan bilimin doğası unsuru hakkında bilgi/tecrübe sağlamakla sınırlı kalmamakta, öğrenciyi mevcut zihinsel durumunu tekrar gözden geçirmeye yeniden düzenlemeye yönlendirmektedir. Etkinliklerde ise böyle bir durum söz konusu değildir. Bilimin geçici unsuruna yönelik etkinliklerin KDMnden sayıca az olması bu durumun bir diğer sebebi olabilir. Çünkü etkinliklerin sayıca az olması bu unsura sınıfta daha az zaman ve emek

harcanması anlamına gelmektedir. Ünite boyunca uygulanan bilimin doğası KDM ve etkinlikleri sayıca eşittir. Hatta bazı etkinlik/KDM sadece uygulama yaklaşımı bakımından birbirinden farklıdır. Ancak KDM ve etkinliklerin tamamen özdeş tutulması da mümkün olmamıştır. Bunun en önemli sebebi bilimin doğası KDM ve etkinliklerinin ışıık ünitesi kazanımlarının akışını bozmadan 5E modelinin uygun aşamasına yerleştirilmesi gerekliliğidir. Çalışma kapsamında ele alınan her bir bilimin doğası unsuruna eşit sayıda etkinlik/KDM hazırlanması durumunda ise ünitenin öğretim programlarında belirtilen zaman dilimlerinde tamamlanması mümkün olamayacaktır. Bu nedenlerle bazı bilimin doğası unsurlarında KDM, bazılarında ise etkinlikler sayıca daha fazladır. Kavramsal değişim pedagojisi ile bilimin doğasını öğrenen grupta yeterli görüşlerde daha fazla artış meydana gelmesinin son sebebi ise kavram panosu ürünleri olabilir. Bu ürünler onları yapanlar için bilimin doğası üzerine daha fazla düşünme ve yansımalarla bulunma imkanı sağlamış olabilir. Bu ürünlerden özellikle ilgi çekici olanları diğer öğrencilerin görüşlerini etkilemiş olabilir.

MEB tarafından ücretsiz olarak dağıtılan kitap setinin kullanıldığı grupta öğretim öncesinde öğrencilerin %24'ü bilimsel bilgilerin kesin olmadığı zamanla değişebileceği görüşündedir (Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Ünite tamamlandığında %32'lik kesim bu görüşü savunurken gecikmiş testte ise ön testteki değere dönüş yaşanmıştır (Tablo 32-s: 223, Tablo 33-s: 224, Tablo 39-s: 245 ve Tablo 40-s: 246). Bu bağlamda mevcut kitap setinin Işıık ünitesi bölümünün bilimin geçici unsurunda yeterli görüşlerin benimsenmesine katkı sağladığını söylemek mümkün değildir. Mevcut kitap setinin Işıık ünitesi bölümünde öğrencilerin bilimin dinamik yapısını fark edebilecekleri özel etkinlikler bulunmamaktadır. Sadece ışıık enerjisinden faydalanma yollarının ele alındığı bölümde güneş kolektörü ve radyometrenin açıklanmasının ardından “Bunları Biliyor muydunuz” köşesi bulunmaktadır. Burada Archimedes'in yaşadığı şehri savunmak için bir mercekle yardımıyla ışıınları düşman gemilerine odakladığı, bu yolla gemileri yakarak düşmanı püskürttüğü anlatılmaktadır. Bu efsane doğrudan bilimin geçici unsuruna yönelik olmamakla beraber, öğrencilerin geçmişten günümüze ışıık enerjisinden faydalanma yollarını düşünmelerinde tetikleyici olacağı düşünülebilir. Ünitenin işlenişi sırasında sınıfta bu efsane okunmuş, öğrencilerin dikkatini çektiği gözlemlenmiştir. Ancak öğrenciler anlatılan efsane ve güneş kolektörü, güneş fırını vb. yola çıkarak geçmişten günümüze bilimin değişim ve gelişim içinde olduğu şeklinde bir çıkarımda bulunamamışlardır. Öğrencilerin yaşamları boyunca oluşturdukları kişisel fikirlerinin, uzun süreli olarak ve üzerinde ısrarla durulmadığında

değiştirilmesinin güç olduğu düşünüldüğünde bu sonuç şaşırtıcı değildir. Bilimin doğasının bu unsurunda öğrencilerin görüşleri anketin bütün uygulamalarında değişken kategorisinde yığılmıştır. Bununla birlikte anketin gecikmiş test uygulamasında zayıf görüşler en düşük seviyeye, değişken görüşler ise en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu durum mülakat sırasında bir öğrencinin “Şimdiye kadar hiç kimse bana fen nedir diye sormamıştı biz deney yapıyoruz ve konuyu öğreniyoruz. Ben bu anketten sonra sözlükten internetten biraz araştırma yaptım, arkadaşlarla da kendi aramızda konuştuk” (G-5) şeklindeki sözlerinden yola çıkarak anketin bazı öğrencilerde merak uyandırması, onları araştırmaya sevk etmesi, bu araştırmaları sonucunda kendi çabaları ile sınırlı kazanımlar elde etmeleri ile açıklanabilir. Ayrıca araştırma sorusu olmamakla birlikte bu öğrencinin internet ve sözlükten araştırarak öğrendiğini iddia ettiği fen bilimleri tanımının hatalı olduğu dikkati çekmiştir. Bu durum öğrencilerin kullandığı ek kaynakların bilimin doğası hakkında alternatif kavramların oluşmasına yol açtığı şeklinde yorumlanabilir. Daha önce bazı araştırmacılar ders kitaplarının bilimin doğası ile ilgili alternatif kavramların oluşmasına sebep olabildiğini ifade etmişlerdir. Örneğin bazı ders kitaplarının bilimi dinamik bir süreç olarak değil de bir konu hakkındaki gerçekleri toplamak biçiminde sunduğu (İrez, 2009), hipotez, teori ve kanunlar arasındaki farklılıkları açıkça ortaya koyamadığı (Boru vd., 2001 Aktaran Yalvaç vd., 2007 s: 345) ve işlem basamakların adım adım takip edilmesi şeklindeki deneylerin bilimsel yöntem hakkında yanlış anlamalara yol açtığı (McComas, 1996; McComas, 2000) ifade edilmiştir.

MEB kitabının bilimin doğasının geçici unsurunun kavranmasına katkı sağlamadığı düşünüldüğünde bu unsurun öğrenciler tarafından anlaşılması için mutlaka diğer fen konuları gibi sınıfta açıkça ele alınmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir. Çalışma kapsamında hazırlanan bilimin doğası KDM ve etkinlikleri ünitenin aynı kazanımında, benzer etkinlik veya örnekleri içermektedir. KDM ve etkinliklerin tek farkı uygulama yaklaşımıdır. KDMnin etkinliklere göre yeterli görüşlerin benimsenmesine çok daha büyük katkılar sağlaması ve bu olumlu sonuçların kalıcı olması öğrencilerin kendi ön bilgilerinin ortaya çıkarılması, yanlış düşüncelerin gerekçeleri ile birlikte sunulması, doğru düşüncelerin açıkça vurgulanmasıyla açıklanabilir. KDMnin uzun süre değil de sadece bir ünite boyunca kullanılmış olması da bu olumlu sonuçların sebeplerinden biri olabilir. KDM uzun süre kullanıldığında öğrenciler için sıradan uygulamalar haline dönüşüp beklenen etkiyi meydana getiremeyebilir. KDM haricinde öğrencilerin kendi yaratıcılıkları ile

oluşturdukları ürünler de kavramsal değişim pedagojisi grubunun bilimin doğasının bu unsurunda daha başarılı olmasını sebeplerinden biri olabilir.

4.1.2. Bilimin Doğasının Deneysel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran en önemli özellik deney ve gözlem sonucu elde edilmiş verilere ihtiyaç duymasıdır. Fen ve Teknoloji programları öğrenci merkezli olup, çoğunlukla öğrenciler kendi yaptıkları deneyler ile sonuca ulaşmaktadırlar. Buna rağmen grupların hiçbirinde bilimin doğasının deneysel unsurunu kavrayanlar %30'u geçmemektedir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Bu sonuç yirmi yıldan daha uzun bir süredir bilimin doğası alanında çalışan Lederman ve ekibi tarafından birçok defa dile getirilen (Örneğin; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a, Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; ve Lederman, 2006) öğrencilerin birer bilim insanı gibi çalıştıkları, araştırma ve deneylere katıldıkları uygulamaların bilimin doğasının kavranmasında yeterli olmadığı görüşünü desteklemektedir. Her bir grupta öğrencilerin yaklaşık olarak %50'si değişken görüşlere sahiplerdir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Öğrenciler birçok soruda bilim insanlarının deneyler yaparak sonuca ulaştıklarını, fen bilimlerinin deneyselliğinin onu diğer alanlardan farklı kıldığını dile getirmişlerdir. Ancak deneylerin niçin önemli olduğunu açıklayamamışlardır. Öğrenciler genellikle “Deney yaparak iyice bakarız, ne olup bittiğini anlarız.” gibi ifadeler kullanmışlardır. Öğrencilerin bu yanıtları deney veya gözlem sonucu elde edilen verilerin sonuç olarak algılandığı, verilerin sonuca ulaşmada bir araç olduğunun anlaşılmadığı, bir şeyleri bilmek için onu görmek gerektiğine inanıldığı şeklinde yorumlanabilir. Benzer sonuçlar bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe ve Lederman, 2006; Küçük, 2006). Ayrıca deneylerin tek işlevinin bir şeyleri ispatlamak olduğuna inanılmaktadır. Öğrenciler deneylerin önemini genellikle “Herkesin gözü önünde bir deney yaparız söylediklerimizin doğru olduğunu ispatlarız.” şeklinde açıklamışlardır. Bu durum McComas (1996), McComas (2000) ve Parker vd. (2008)'nin de ifade ettiği gibi okullarda sürdürülen eğitimden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü Fen ve Teknoloji derslerinde genellikle öğrencilere işlem basamakları verilmekte, öğrencilerin bu basamakları takip ederek bilimsel bilgileri ispatlamaları beklenmektedir.

Öğrencilerin bazıları ise fen biliminin deneyselliğinden hiçbir şekilde söz etmemişlerdir. Diğer bir ifadeyle bilimin doğasının deneysel unsurunda zayıf görüşler sunmuşlardır (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran en önemli özelliğın insanların ihtiyaçlarına çözüm getirecek araçlar icat etmek ve böylelikle günlük yaşamı daha kolay hale getirmek olduğunu savunmuşlardır. Öğrencilerin fen bilimine yönelik faydacıl bir bakış açısına sahip oldukları Flegg ve Burke (1995), Tairab (2001a) ve Kang vd. (2005) tarafından da rapor edilmiştir. Deneysel unsura ilişkin zayıf görüşleri benimseyenlere göre bilim insanları atomun yapısına düşünerek, dinozorlar hakkındaki bilgilere ise mağara duvarlarındaki resimlerden, eski çağlarda yaşamış bilim insanlarının yazdıklarından veya onları ormanlarda gözlemleyip fotoğraflarını çekerek ulaşmışlardır. Bu bağlamda uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunun bilimin deneysel unsurunda başarısız olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir (Ayvacı, 2007; Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar, 2007; Metin, 2009).

Kavramsal değişim pedagojisi fen biliminin deney ve gözlem sonucu elde edilen verilere/delilere ihtiyaç duyduğu şeklinde görüşlerin kazanılmasında %50’lik kazanç sağlamıştır ve bu başarı iki ay sonrasında da korunmuştur. Buna bağlı olarak geçici görüşler %30, zayıf görüşler ise %10’lara gerilemiştir (Tablo 28-s: 208, Tablo 29-s: 209, Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Ön testte “Atomun yapısına bilim insanları kendileri düşünerek karar vermişlerdir.” şeklindeki yanıtlar ünite sonrasında yerini “Bilim insanları mutlaka bazı deney ve gözlemler yapmışlardır, atomların var olduğunu hissettirecek bazı bilgilere ulaşmışlardır.” gibi açıklamalara dönüşmüştür. Öğrencilerin düşüncelerindeki bu değişim Hangi Işık Daha Hızlı? KDMden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü bu KDMde öğrenciler kendi kişisel inançları ve düşünceleriyle sonuçlar ileri sürmüşlerdir. Ancak deneysel sonuçlar son derece mantıklı olduğuna inandıkları bu düşünceler ile örtüşmemiş onların doğru olmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu durum öğrencilerin deneysel veriler ile elde edilen delillerin bilimdeki önemini fark etmelerine katkı sağlamış olabilir. Bilimin deneysel unsurunda belki de en önemli nokta deney sonucu elde edilen verilerin/delillerin bilgiler olmadığının anlaşılmasıdır. Öğrenciler son ve gecikmiş testte bilim insanlarının atomları görmedikleri ancak atomun var olduğuna dair ipuçlarına sahip oldukları, dinozorların çok uzun yıllar öncesinde yaşamalarına rağmen günümüze kalan küçük bir fosilden yararlanarak onlarla ilgili sonuçlara ulaşılabilceğı gibi açıklamalar yapabilmişlerdir. Kanıtlar ve Bilgiler adlı KDM bu amaca hizmet amacıyla hazırlanmıştır.

Uygulamalar sonrasında bir şeyleri görmenin onu bilmek olduğuna inanların büyük oranda azalması bu KDMnin olumlu etkiler yarattığı şeklinde yorumlanabilir. Bilimin doğasının deneysel unsuru hakkında kavram panosunda sergilenen sadece bir ürün bulunmaktadır. Öğrenciler anket ve mülakat sırasında bu ürüne atıfta bulunmamışlardır. Bu durum bilimin doğasının bu unsuruna yönelik hazırlanan şiirin öğrenciler için çok dikkat çekici olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisi grubunda yeterli görüşlerin artmasında temel noktanın KDM olduğu söylenebilir.

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım yeterli görüşlerde %30'luk artış sağlamıştır. Uygulamalar sonrasında kazanılan bu yeterli görüşler iki ay sonrasında da devam ettirilmiştir (Tablo 30-s: 216 ve Tablo 31-s: 216). Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin deneysel unsurunun kalıcı bir şekilde öğrenilmesine katkı sağladığı söylenebilir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin deneysel unsurunun öğretilmesinde etkili olduğu literatürde birçok çalışmada tespit edilmiştir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe ve Lederman, 2006; Küçük, 2006; Akerson ve Hanuscin, 2007; Ayvaci, 2007; Metin, 2009). Bu grupta gerçekleştirilen on bir bilimin doğası etkinliğinden dört tanesi bilimin deneysel unsuruna yöneliktir. Öğrencilerin uygulama sonrasında ankete verdikleri yanıtlarda sıklıkla deney sonucu gördüklerimiz ipucudur bunlardan faydalanarak bir sonuca varmamız gerekir şeklinde ifadeler kullanmalarında Mendil Neden Isındı?, Beyaz ve Renk ve Isı etkinlikleri rol oynamış olabilir. Çünkü bu etkinlikler öğrencilerin verilen durum hakkında olası sebepleri tahmin etmeleri, hipotez kurmaları, hipotezlerini test ederek ve sonuca varmaları şeklinde bir yapıda hazırlanmıştır. Sonuca varalım bölümlerinde belki de en önemli nokta öğrenciler tarafından doldurulmak üzere hazırlanan tablolardır. Bu tablolarda veriler/deliller ve sonuçların yazılacağı ayrı sütunlar bulunmaktadır. Bu yolla öğrenciler aradaki farkı açıkça görebilmektedir. Ayrıca bilimin doğasının deneysel unsuruna yönelik sorular üzerinden yürütülen tartışmalar ile öğrenciler bulundukları bu çıkarımları sınıfla paylaşma ve tartışma imkanı bulmuşlardır. Öğrencilerin fen bilimlerinde deneylerin önemini açıklarken genellikle Galileo etkinliğine atıfta bulunmaları yani deneylerin tek amacının bir şeyleri ispatlamak olmadığını vurgulamaları bu etkinliğin amacına ulaştığı şeklinde yorumlanabilir. Öğrenciler bu etkinliği yaptıklarında genelde Fen ve Teknoloji derslerinde yapılan deneylerden farklı olarak bugün bilimsel olarak doğru kabul edilen bir sonucu ispatlayamamışlardır. İspat sağlamayan bir deney verilerinden farklı sonuçlar ileri sürmüşler, yeni deneyler önermişlerdir. Etkinliğin amacına ulaşmasının temel sebebi de

öğrencilerin alışageldiklerinden farklı başka bir ifade ile beklenmedik bir durum yaşamalarından kaynaklanıyor olabilir.

MEB kitap setinin kullanıldığı grupta uygulama öncesi öğrencilerin %10'u bilimin deneysel unsurunda yeterli görüşlere sahipken, ünite tamamlandığında bu oran %16, gecikmiş testte ise %32'ye yükselmiştir. Bununla birlikte değişken görüşler %40'ın altına inmemiştir. Başka bir ifade ile hiçbir uygulamada sınıfın çoğu yeterli görüşler sunamamıştır (Tablo 32-s: 223, Tablo 33-s: 224, Tablo 34-s: 231, Tablo 39-s: 245, Tablo 40-s: 246 ve Tablo 41-s: 252). Mevcut kitap seti etkinlik ağırlıklı olup Işık ünitesinde hem öğrenci ders hem de öğrenci çalışma kitabında birçok deney olmasına rağmen bu başarısız sonuç deneylerden sonra ulaşılmak istenen fen konu alanı kazanımlarına odaklanılmasından deneylerin fen bilimlerindeki amacı ve önemine değinilmemesinden kaynaklanıyor olabilir. Benzer sonuçlar bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir. Örneğin Edmonson (2005) doktora tez çalışmasında öğrencilerin yaptıkları bilimsel araştırmalar ile bilimin doğasının deneysel unsuru arasında bağlar kuramadıklarını tespit etmiştir.

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kavramsal değişim pedagojisi öğretim materyallerinin her ikisinin de bilimin deneysel unsurunun kalıcı bir şekilde anlaşılmasını sağladığı ancak kavramsal değişim pedagojisinin çok daha fazla öğrencinin görüşlerini etkilediği söylenebilir (Tablo 34- s: 231 ve Tablo 41-s: 252). Bilimin deneysel unsurunu ele alan iki KDM mevcutken, etkinliklerde bu sayı dörde çıkmaktadır. Başka bir ifade ile doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda bilimin deneysel unsuruna çok daha fazla zaman ayrılmasına rağmen sonuçlar bu grubun lehine olmamıştır. Bu durum öğrencilerin Işık ünitesi kazanımlarına odaklanıp bilimin doğası unsurunu göz ardı etmelerinden kaynaklanıyor olabilir. KDMnde ise öğrencilerin ön bilgilerini yoklayan sorular, doğru ve yanlış düşünce tabloları bilimin doğası unsurunun göz ardı edilmesinin önüne geçmiş olabilir.

4.1.3. Bilimin Doğasının Öznel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Uygulamalar öncesinde kavramsal değişim pedagojisi ve MEB kitap seti gruplarındaki öğrencilerin %81'i, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunun ise %55'i aynı konuda çalışan ve benzer verilere sahip bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşabileceği noktasında zayıf görüşlere sahiplerdir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199

ve Tablo 27-s: 206). Bilimin doğasının öznel unsurunda yeterli görüşlere sahip öğrencilerin oranı ise hiçbir grupta %15'i geçmemektedir. Bu durum öğrencilerin çok büyük bir bölümünün daha önce birçok çalışmada belirtilen (Erdoğan, 2004; Bora, 2005; Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar, 2007; Liu ve Tsai, 2008; Başol-Özcan, 2009; Buaraphan ve Sung-Ong, 2009; Arı, 2010) “bilim objektiftir” yanılgısına sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Öğrenciler bilimin deneysel olduğu, aynı deneyleri yapan bilim insanlarının farklı şeyler gözlemlemesinin mümkün olmadığı, aynı şeyleri gören kişilerin ise farklı sonuçlar ileri süremeyeceklerine inanmaktadırlar. Hatta bazı öğrenciler mülakat sırasında bilim insanlarının farklı sonuçlar ileri sürmeleri durumunda inandırıcılıklarını kaybedecekleri, halkın onlara olan güveninin sarsılacağı şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Buradan hareketle bilimin deneysel unsurunun ve gözlem ve çıkarımlar arasındaki farkın kavranamamış olmasının bilimin öznel unsurunda zayıf görüşlere yol açtığı söylenebilir. Başka bir sebep ise McComas, (1996) ve McComas (2000)'ın da ifade ettiği gibi okullardaki fen eğitiminden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü fen derslerinde deney yapılırken herkesin aynı şeyleri gözlemlemesi ve aynı sonuca varmaları beklenmektedir.

Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenilmesinden önce öğrencilerin sadece %5'i bilimin teori yüklü doğası ile ilgili yeterli görüşler sunabilmişlerdir. Ünite tamamlandığında bu oran %59'a yükselmiştir. Öğrenciler bilimin öznel unsuru hakkında benimsedikleri yeterli görüşleri iki ay sonrasında da devam ettirmişlerdir (Tablo 28-s: 208, Tablo 29-s: 209, Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Öğrenciler ön testte aynı konuda farklı sonuçların olamayacağı, ileri sürülen iki farklı sonuçtan birinin bilimsel olarak kabul edilemeyeceği şeklinde geleneksel bir tavır sergilerken ünite tamamlandığında durum değişmiştir. Aynı konuda farklı sonuçlara ulaşılmasının şaşırtıcı olmadığı, bilimde böyle durumların olabileceği, bu gibi durumlarda ileri sürülen fikirlerin ikisinin de bilimsel olduğu şeklinde düşünceler sunmuşlardır. Öğrencilerin bu yöndeki düşüncelerini en çok bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuru ile ilişkilendirerek açıklamaları dikkat çekmiştir. Bu bağlamda bilimin hayal gücü ve yaratıcı unsurunun öznel unsurun anlaşılmasına katkı sağladığı söylenebilir. Bazı öğrenciler düşüncelerini deney yapmanın sonuca ulaşmada yeterli olmaması, elde edilen verilerin yorum gerektirmesi ile açıklamışlardır. Bilim insanlarının aldıkları eğitim, ön bilgileri, iyimser bir bakış açısına sahip olması gibi faktörlerin yapılan yorumları etkileyebileceğini açıkça dile getirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin deneysel ve öznel unsurlar arasında ilişkiler kurabildikleri şeklinde yorumlanabilir. Öğrencilerin zihinlerinde istenilen yöndeki

bu değişimde Bil Bakalım Ben Neyim? Benimle Aynı Fikirde misin? ve Olay Yeri İnceleme KDMnin etkili olduğu söylenebilir. Çünkü ünite sonrasında uygulanan hem son hem de gecikmiş testte öğrenciler bu KDMne ve bunların uygulanışı sırasında sınıfta yapılan tartışmalara atıfta bulunarak açıklamalar yapmışlardır. Örneğin bir öğrenci “Biz olay yeri inceleme ekibi olmuştuk ve orman yangınının sebebini bulmaya çalışmıştık. Aynı resme bakmamıza rağmen hepimiz farklı bir sebepten dolayı yangın çıktığını söylemiştik.” şeklinde Olay Yeri İnceleme KDM ile düşüncesini açıklamıştır. Başka bir öğrenci ise Benimle Aynı Fikirde misin? KDMnin öğrencilerin doğru düşüncelere inandırıldığı dördüncü bölümdeki resimden söz ederek düşüncesini açıklamıştır. Öğrencinin ünitenin tamamlanmasın sekiz hafta sonra KDMnin ismini hatırlamadığı halde, resimden yola çıkarak ulaşılmak istenen görüşleri dile getirmesi KDMnde görsel unsurlar kullanmanın önemli olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği grupta ünite öncesinde öğrencilerin sadece %15’i bilimin doğasının teori yüklü doğasında yeterli düşüncelere sahiptir. Ünite tamamlandığında bu oran %46’ya ulaşmıştır. İki ay sonrasında da son testte elde edilen sonuçlar büyük oranda korunmuştur (Tablo 30-s: 216, Tablo 31-s: 216, Tablo 37-s: 239 ve Tablo 38-s: 240). Buradan hareketle çalışma kapsamında uygulanan Bil Bakalım Ben Neyim? ve Olay Yeri İnceleme bilimin doğası etkinliklerinin öğrencilerin yeterli görüşler kazanmasına önemli katkılar sağladığı ve bu katkıların kalıcılığı olduğu söylenebilir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilim insanlarının ön bilgi, aldıkları eğitim, bakış açıları vb. ile aynı verilere farklı anlamlar yükleyebileceğinin anlaşılmasında olumlu etkileri olduğu bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Akerson vd. 2006; Khishfe ve Lederman, 2006; Küçük, 2006; Ayvacı, 2007; Metin, 2009). Yeterli görüşlerde %30 gibi küçümsenmeyecek bir artış olmasına rağmen öğrencilerin büyük bir bölümü hala bilimin öznel unsurunu kavrayamamıştır. Bu gruptaki öğrenciler İstanbul depremi hakkında farklı sonuçlar ileri süren bilim insanlarının mutlaka farklı deneyler yaptıklarına veya kullandıkları araç gereçlerin farklı olduğuna inanmaktadırlar. Aynı deneyi yapan iki kişinin farklı sonuçlara ulaşmasının mümkün olmadığı noktasında ısrar etmektedirler. Buradan hareketle deneylerde gözlemlerinin sonuçlara eşit olduğu yönündeki düşüncelerin bilimin öznel unsurunun tam olarak anlaşılmasına engel olduğu söylenebilir. Buna ek olarak doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin deneysel ve öznel unsurlarda yeterli görüşlerin benimsenmesine benzer oranlarda (%30 oranında) katkı sağlaması, deneysel unsurun anlaşılmasının öznel unsurun öğrenilmesini kolaylaştıracak şekilde yorumlanabilir.

Işık ünitesine başlamadan önce MEB kitabıyla öğrenim gören öğrencilerin sadece %5'i bilimin öznel unsurunda yeterli görüşlere sahiptir (Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Ünite tamamlandığında öğrencilerin görüşlerinde dikkate değer değişiklik olmazken gecikmiş testte yeterli görüşlerde %13'lük artış gerçekleşmiştir (Tablo 32-s: 223, Tablo 33-s: 224, Tablo 39-s: 245, Tablo 40-s: 246 ve Tablo 41-s: 252). Bilimin yukarıda söz edilen diğer unsurlarında olduğu gibi bu unsurunda MEB kitabında açıkça ele alınmamış olmasından dolayı elde edilen sonuç şaşırtıcı değildir. Bu grupta dikkati çeken nokta ünite başlangıcında %80'lere ulaşan zayıf görüşlerin %55'e gerilemesidir (Tablo 40-s: 246). Bu sonuç öğrencilerin zayıf görüşlerinin değışkene doğru kaydığını göstermektedir. Diğer bir ifade ile öğrenciler bir taraftan bilimin objektif olduğunu ileri sürerken, bir taraftan da bazı durumlarda bilim insanlarının birbiri ile zıt sonuçlar ileri sürebileceklerini savunmaktadırlar. Çok küçük bir öğrenci grubunda yeterli görüşler kazanmasında daha geniş bir öğrenci grubunun ise en az bir soruda bilimin öznelliğine yönelik açıklamalar yapmalarında çalışmanın son ve gecikmiş test uygulamalarının gerçekleştirildiği dönemde sağlık alanında yaşanan bir gelişmenin etkili olduğu söylenebilir. Bu dönemde domuz gribi hastalığı ve aşısı üzerine yoğun tartışmalar yapılmış, bu tartışmalar medyada geniş yer tutmuştur. Öğrenciler düşüncelerini açıklamada genellikle bu tartışmalardan örnekler vermişlerdir. Bu durum günlük yaşamda karşılaşılan olayların bilimin doğası hakkında görüşler üzerinde etkili olduğu, bununla birlikte yeterli bir zihinsel yapıya ulaşılmasında öğrencilerin desteğe ihtiyaç duydukları şeklinde yorumlanabilir.

Bilimin doğasının öznel unsurunda yeterli görüşlerin benimsenmesinde hem kavramsal değışim pedagojisi hem de doğrudan yansıtıcı yaklaşımın olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir. Bununla birlikte kavramsal değışim pedagojisi sınıfın yarısından fazlası üzerinde etkili olurken doğrudan yansıtıcı yaklaşım daha küçük bir öğrenci grubu üzerinde etkili olmuştur. MEB kitabının ise etkilerinin çok sınırlı olduğu dikkati çekmektedir (Tablo 27-s: 206, Tablo 34-s: 231 ve Tablo 41-s: 252). Çalışma kapsamında bilimin doğasının öznel unsuruna yönelik üç bilimin doğası KDM, iki bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliği uygulanmıştır. Buradan hareketle kavramsal değışim pedagojisinin daha başarılı olmasının sebeplerinden biri bu unsura daha fazla zaman ayrılması olabilir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda uygulanan etkinliklerin her ikisi de KDMnin etkinliğe dönüştürülmüş halidir. Diğer bir ifadeyle doğrudan yansıtıcı yaklaşıma göre hazırlanan etkinlik ve KDM Işık ünitesinin aynı kazanımında, aynı örnekleri içermekte sadece uygulama yaklaşımı bakımından farklılık göstermektedir. Bu

bağlamda bilimin doğasının öznel unsurunda öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkaran, kendi düşünceleriyle doğru ve yanlış düşünceleri karşılaştırmalarına imkan sağlayan öğretimin daha etkili olduğu söylenebilir. Dikkat çeken bir başka nokta ise KDMnin kendi içerisindeki durumdur. Öznel unsuru ele alan üç KDMninden ikisinde öğrencilerin doğru düşüncelere inandırıldıkları dördüncü bölüm deney/etkinlik şeklinde diğer bir ifadeyle öğrencilerin fiziksel olarak aktif oldukları yapıda tasarlanmıştır. Bir tanesinde ise (Benimle Aynı Fikirde misin?) bu bölüm okuma metni içermektedir. Öğrencilerin son ve gecikmiş testte Benimle Aynı Fikirde misin? KDMnine de atıfta bulunarak düşüncelerini açıkladıkları gözlemlenmiştir. Buradan hareketle bilimin doğası KDMinde öğrencilerin doğru düşüncelere ikna edilmesinde fiziksel olarak aktif olmayı sağlayan deney/etkinliklerin yanı sıra özenle oluşturulmuş okuma metnlerinin de etkili olduğu söylenebilir.

4.1.4. Bilimin Doğasının Hayal Gücü ve Yaratıcı Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsuru öğrencilerin en başarısız olduğu unsurlardan biridir. Uygulama öncesinde kavramsal değişim pedagojisi ve MEB kitap setinin kullanılacağı gruplarda bilimsel bilgilerin kısmen insan hayal gücü ve yaratıcılığının bir ürünü olduğu noktasında yeterli görüşler sunabilen öğrenci bulunmamaktadır (Tablo 24-s: 183, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşıma etkinlikleri ile zenginleştirilen kitap setinin kullanılacağı grupta ise öğrencilerin sadece %15'i yeterli görüşlere sahiplerdir (Tablo 25-s: 192 ve Tablo 27-s: 206). Grupların her birinde öğrencilerin %60 veya daha fazlası bilimin doğasının hayalci unsurunda değişken görüşlere sahiplerdir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Öğrenciler genellikle bilim insanları çalışmalarında deneylerin yanı sıra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar şeklinde yanıt vermelerine rağmen atom modellerinin oluşturulmasında, dinazorların neye benzediğinin betimlenmesinde hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğunu bilememektedirler. Bu gruptaki öğrenciler genellikle Akerson vd. (2006), Khishfe ve Lederman (2006) ve Küçük (2006)'ün tespit ettiği gibi bilim insanlarının çok güçlü mikroskoplar ile gözlemleyerek atomun yapısına karar verdiklerine inanmaktadırlar. Buna ek olarak bu konuda yapılan birçok karmaşık deney ve/veya bilim insanları arasındaki uzun tartışmalar ile sonuca

ulaşıldığını düşünmektedirler. Dinozorların fiziksel özelliklerinin tespitinde ise bulunan kemik parçalarının birleştirilmesi, fosillere DNA testi yapılması, eski dönemlerde yaşayan insanların mağara duvarlarına yaptıkları dinozor resimleri ile sonuca ulaşıldığı şeklinde açıklamalar yapmakta hayal gücü ve yaratıcılıktan söz etmemektedirler. Bu durum okullardaki fen eğitiminde bilimin deneyselliğinin ön plana çıkarılmasından kaynaklanıyor olabilir. McComas, (1996) ve McComas (2000)'ın vurguladığı gibi fen kitaplarında ve derslerde öğrencilere yapmaları gerekenler adım adım verilmekte, bütün öğrencilerin işlem basamaklarını takip ederek aynı sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Bu tür uygulamaların bilimin yaratıcılıktan çok işlemsel olduğu şeklinde bir bakış açısının gelişmesine yol açtığı söylenebilir. Burada dikkati çeken bir başka nokta ise Parker vd. (2008) ve Buaraphan ve Sung-Ong (2009) çalışmalarına benzer şekilde hayal gücü ve yaratıcılığın daha çok araştırma konusu seçme, deney tasarlama ve yapma aşamalarında kullanıldığının düşünülmesidir. Öğrenciler elde edilen verileri yorumlama ve sonuca varma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmadığını düşünmektedirler. Bu durum bilimin deneysel unsurunun anlaşılmamasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü daha önce söz edildiği gibi öğrenciler deney sonucu elde edilen verileri sonuç olarak algılamaktadırlar. Böyle bir düşünce yapısına sahip birine göre; deney tamamlandığında her şey sonuçlanmış demektir. Bu nedenle hayal gücü ve yaratıcılığa da ihtiyaç yoktur. Bazı öğrenciler bilimin televizyon, cep telefonu, bilgisayar gibi araçlar icat etmek olduğunu düşünmektedirler. Bu öğrenciler icat edilecek araca karar verme ve aracın fiziksel görüntüsünü tasarlama aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılığın ön plana çıktığını düşünmektedirler. Bu durum bilimin ne olduğunun doğru bir şekilde anlaşılmamasının bilimin diğer unsurları hakkında zayıf ve eksik görüşlerin oluşmasına yol açtığı şeklinde yorumlanabilir. Kavramsal değişim pedagojisi grubunun %24'ü, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunun %15, MEB kitap seti grubunun %42'si Işık ünitesinin öğretiminden önce bilimsel çalışmalarda hayal gücü yaratıcılığın rolü olmadığını düşünmektedirler (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Bilimin hayalci ve yaratıcı doğasında zayıf görüşlere sahip bu öğrenciler Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002), Akerson vd. (2006) ve Küçük (2006)'ün çalışmalarından elde edilen sonuçlara benzer şekilde bilimin objektif olduğu, bilimsel çalışmalara hayal gücü karışması durumunda sonuçların doğru olmayacağına inanmaktadırlar. Çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrenciler (Flegg ve Burke, 1995; Kessels vd., 2006; Rannikmae, 2006), öğretmen ve öğretmen adayları (Murcia ve Schibeci,

1999; Abell vd., 2001; Akerson vd., 2006) ile yapılan çalışmalarda bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolünün anlaşılmadığı tespit edilmiştir.

Kavramsal değişim pedagojisi öğrencilerin %36'sının bilimin hayal gücü ve yaratıcı doğası hakkında yeterli görüşler kazanmasını sağlamıştır. Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın asla yeri olmadığına inanana ise %24'den %5'e gerilemiştir. Benzer oranlar iki ay sonrasında da tespit edilmiştir (Tablo 28-s: 208, Tablo 29-s: 209, Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisinin bilimin doğasının bu unsurunun kalıcı bir şekilde öğretilmesinde olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir. Bu grupta bilimin doğasının bu unsuruna yönelik bir KDM uygulanmıştır. Kavram panosu ürünleri incelendiğinde (Tablo 22-s: 178) bilimin doğasının bu unsuruna yönelik sadece şiir yazıldığı görülmektedir. Öğrencilerin anket ve mülakata verdikleri yanıtlarda kavram panosundaki şiirden söz etmedikleri daha çok KDMne atıfta bulundukları dikkati çekmiştir. Bu bağlamda yeterli görüşlerde %30'un üzerindeki artışın asıl sebebinin KDM olduğu söylenebilir. Bununla birlikte öğrencilerin %59'u bilimsel bir çalışmada hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğunu ifade etmişler ancak bu düşüncelerini farklı alanlara yansıtamamışlardır. Örneğin atomun yapısı, dinazorların neye benzediğinin anlaşılmasında hayal gücü ve yaratıcılığın etkisinden söz etmemişlerdir. Başka bir ifade ile hala değişken görüşlere sahiplerdir. Buradan hareketle bilimin doğasının bu unsurunda yeterli görüşler kazanmanın diğer unsurlara göre daha güç olduğu söylenebilir. Bunun temel sebebi bilimin doğasının bu unsurunun öğrencilerin daha karmaşık ve çok yönlü düşüncelerini gerektirmesi olabilir. Çünkü bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsuru bilimsel bilgilere ulaşma sürecinin bütün ayrıntıları ile düşünülmesini gerektirmektedir. Bu süreç deney, gezi, gözlem, verileri analiz etme, çıkarımda bulunma vb. birçok bileşenden oluşmaktadır. Ayrıca her bir bilimsel çalışmada izlenen yol aynı değildir. Bu nedenle bilimin doğasının bu unsurunun uzun zaman dilimi içerisine yayılarak, farklı yaklaşım, yöntem ve teknikler ile ve farklı konu alanlarında ele alınmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir. Burada dikkati çeken bir başka nokta ise uygulama öncesinde verileri yorumlama ve sonuca varma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmadığı düşüncesinin ünite tamamlandığında bilimsel bir çalışmanın bütün aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğuna dönüşmesidir. Bu durum KDMnde doğru düşüncelere inandırma bölümünde yer alan etkinlikte öğrencilerin kendilerinin sonuca varırken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmalarından, ayrıca sonuca varalım sorularında hayal gücü ve yaratıcılığın bir çalışmanın hangi aşamalarında kullanıldığının açıkça ele alınıp sınıfta tartışılmasından

kaynaklanıyor olabilir. Bir öğrencinin şu sözleri bu duruma güzel bir örnek oluşturmaktadır: “Ben eskiden hayal gücü ve yaratıcılığın sonuca varmada kullanılmayacağını düşünüyordum. Çünkü bu aşamada deneyler yapılmış her şey tamamlanmış sadece deney sonucuna bakış bir açıklama yapmak gerektiğine inanıyordum. Ama şimdi deney tamamlandığında her şeyin bitmediğini belki de yeni başladığını anladım. Çünkü deneyden elde edilen ipuçlarından anlamlı bir sonuca varmak gerekiyor. Bazen hayal gücü ile eksik parçaları birleştirmek ve tamamlamak gerekiyor.” (K-18).

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri bilimsel bilgilerin gelişmesinde kısmen insan hayal gücü ve yaracılığının etkili olduğunun kavranmasına %18’lik katkı sağlamıştır. Zayıf düşüncelerde dikkati çeken bir değişiklik olmazken, sınıfın yarıdan fazlasının görüşleri değişken kategorisindedir. Öğrencilerin görüşlerinde iki ay sonrasında da dikkate değer bir değişiklik olmamıştır (Tablo 25-s: 192, Tablo 27-s: 206, Tablo 30-s: 216, Tablo 31-s: 216, Tablo 37-s: 239 ve Tablo 38-s: 240). Buradan hareketle doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin bilimin doğasının bu unsurunun kavratılmasında sınırlı ancak kalıcı etkileri olduğu söylenebilir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada da araştırmaya dayalı doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğasının bu unsurunu öğretmede istenilen etkiyi göstermediği rapor edilmiştir. Bazı çalışmalarda ise doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin hayal gücü ve yaratıcılık unsurunun kavratılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir (Akerson vd. 2006; Küçük 2006; Ayvaci 2007; Metin 2009). Bilimin doğasının bu unsuru doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kavramsal değişim pedagojisi gruplarında benzer şekilde ele alınmıştır. Diğer bir ifade ile KDM ve bilimin doğası etkinliği ünitenin aynı alt bölümünde, aynı kazanım ile ilişkili olarak hazırlanmış olup sadece öğretim yaklaşımı bakımından farklılık göstermektedirler. KDMyle öğrenim gören grupta olduğu gibi, etkinlik grubunda da bilimsel bir çalışmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğunun anlaşılması dikkati çekmiştir. Bu durum yukarıda ifade edilen etkinliğin yapısının ve sonuca varalım sorularının etkili olduğu yönündeki düşünceleri kuvvetlendirmektedir.

Işık ünitesinin MEB kitabıyla öğretilmesi öğrencilerin sadece %5’nin bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsurunda yeterli görüşler benimsemesini sağlamıştır. İki ay sonrasında yeterli görüşlere sahip öğrenciler %14’e yükselmiştir (Tablo 26-s: 199, Tablo 27-s: 206, Tablo 32-s: 223, Tablo 33-s: 224, Tablo 39-s: 245 ve Tablo 40-s: 246). Bu gruptaki öğrenciler derslerinde ankette yer alan sorular ile ilgili herhangi bir etkinlik veya tartışma yapmadıklarından anketi yanıtladıktan sonra öğretmenlerine yazdıkları

cevaplardan örnekler verip doğruluğunu sorguladıkları, arkadaşlarıyla verdikleri cevaplar hakkında fikir alış verişinde bulundukları gözlemlenmiştir. Elbette bu tür arayışlara giren öğrenci sayısı oldukça sınırlıdır. Meraklı ve sorgulayıcı bu öğrenciler anket sorularıyla bir iki defa karşılaştıklarında zihinlerinde yeni bir yapılanmaya gitmiş olabilirler. Bununla birlikte çalışma süresince değişken görüşlere sahip öğrenciler %60'ın altına inmemiştir. Bu durum kullanılmakta fen kavram ve ilkelerine odaklanılan bu bilgilere nasıl ulaşıldığı üzerinde durulmayan öğretim uygulamalarının bilimin doğasının hayalci ve yaratıcı doğasının anlaşılmasına katkı sağlamadığı şeklinde yorumlanabilir. Burada dikkati çeken başka bir nokta ise son ve gecikmiş testte de ön testte olduğu gibi öğrencilerin çoğunun bilimsel bir çalışmanın konuyu belirleme ve deney tasarlama aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ancak verileri yorumlama ve sonuca varma aşamalarında kullanılmadığını düşünmeleridir. Bir öğrencinin gecikmiş testte verdiği şu yanıt bu duruma güzel bir örnek oluşturmaktadır: “Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıkları geniş insanlardır. Mesela önce bir sorun tespit ederler. Sonra bu sorunun üstesinden nasıl gelebileceklerini düşünürler. Bu sırada hayal gücü ve yaratıcı düşünmek zorundadırlar. Hayal gücü ve yaratıcılık sonuca varma aşamasında pek kullanılmaz ama şöyle olabilir. Diyelim ki bir araç tasarladılar. Bu aracın görünüşü nasıl olsun diye düşünürler. Mesela cep telefonlarının çok değişik ve ilgi çekici görünüşleri var. İşte bu görünüşe karar verirken yaratıcılık gerekir.” (G-2).

Kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım gruplarında bilimsel bilgilerin kısmen insan hayal gücü ve yaratıcılığına bağlı olduğu eşdeğer şekilde ele alınmıştır. Her iki grupta birer KDM/etkinlik uygulanmıştır, bu etkinlik ve KDM sadece öğretim yaklaşımı açısından farklıdır. KDMnin yeterli görüşlerde %36, etkinliklerin ise %18'lik artış sağlaması bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık unsurunun öğretilmesinde KDMnin daha etkili bir yol olduğu şeklinde yorumlanabilir. Her iki grupta da öğrencilerin yarıdan fazlası değişken görüşlerini devam ettirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin uygulanan KDM ve etkinlikten edindikleri kazanımları çeşitli fen konu alanlarına uygulamada sıkıntılar yaşamalarından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü bilimsel bir çalışmada hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olup olmadığı doğrudan sorulduğunda öğrenciler evet yanıtı vermekte ancak anketin diğer sorularında bu görüşü devam ettirememektedirler. Bu nedenle bilimin doğasının bu unsuruna daha fazla zaman ayrılmasına, çeşitli konu alanlarında hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl işe koşulduğunun somut bir şekilde örneklendirilmesine ihtiyaç olduğu söylenebilir.

4.1.5. Bilimin Doğasının Sosyal ve Kültürel Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması Bilimin

Bilimsel bilgiler içinde geliştiği toplumun gelenek, görenek, dini inanç, yaşam tarzı vb. etkilenmektedir. Özellikle toplum yapısına uygun olmayan bilimsel bilgilerin kabul edilmesi güç olmaktadır. Her üç grupta da uygulamalar öncesinde öğrencilerin çok küçük bir bölümü (Deney1 grubu %14, Deney 2 grubu %20, Kontrol grubu %29) bu tür görüşlere sahiptirler. Mevcut kitap seti ile öğrenim görececek öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı diğer iki gruptakilerin ise yaklaşık olarak dörtte üçü bilimsel bilgilerin sosyal ve kültürel unsurlardan bağımsız başka bir ifade ile evrensel olduğuna inanmaktadırlar (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Bilimin sosyal unsuru hakkında yeterli görüşlere sahip olunmadığı literatürdeki birçok çalışmada da (Jelinek, 1998; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Erdoğan, 2004; Bora 2005; Huang vd., 2005; Akerson vd., 2006; Çelikdemir, 2006; Ayvacı, 2007; Başol-Özcan, 2009; Arı, 2010) tespit edilmiştir. Öğrenciler bilim insanlarının büyük laboratuvarlarda çeşitli deneyler yaparak sonuca ulaştıklarını, elde edilen bilimsel bir bilginin doğruluğu ispatlandığında bunun bütün dünyada aynı şekilde algılanacağını ifade etmektedirler. Buradan hareketle bilimin sadece deneye dayalı ve objektif olduğu şeklindeki düşüncelerin bilimin sosyal unsurundaki yanlış düşünceleri tetiklediği söylenebilir. Her bir grupta öğrencilerin %5 ila %20'sinin görüşleri değişken kategorisindedir. Bu gruptaki öğrenciler genellikle bilim insanlarının çalışacakları konuyu seçerken halkın ihtiyaçlarını göz önünde bulundurduğuna ancak toplumun dini inanç, gelenek, görenek vb. bilimsel çalışmalarda etkili olmadığına vurgu yapmaktadırlar. Bununla birlikte herhangi bir ülkeden bir bilim insanı tarafından açıklanan bir sonucun veya icat edilen bir aracın dünyanın her yerinde herkes tarafından kabul edileceğini ve kullanılacağını ileri sürmektedirler. Buradan yola çıkarak değişken görüşlerin oluşmasında daha çok bilimin faydacıl özelliğine odaklanılması başka bir ifade ile bilimsel çalışmaların asıl amacının insanların sorunlarını çözmek olduğunun düşünülmesi, buna ek olarak bilim ile teknolojinin karıştırılması yani bilimin günlük hayatı kolaylaştıracak araçlar icat etmek olarak algılanmasının etkili olduğu söylenebilir.

Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisiyle öğretilmesi bilimin sosyal unsurunda yeterli görüşlerin benimsenmesine %50'lik katkı sağlamıştır. Yeterli görüşlerdeki bu artış zayıf kategorisine benzer oranda düşüş olarak yansımıştır. Ön testte bilimin sosyal ve kültürel değerler ile hiçbir ilişkisinin olmadığını, bilimin toplumdan izole bir yapısı olduğunu düşünenler sınıfın %76'sını oluştururken ünite tamamlandığında

sadece %23'lük kesim böyle bir görüş ileri sürmüştür. İki ay sonrasında uygulanan gecikmiş testte de büyük değişiklikler olmamıştır (Tablo 24-s: 183, Tablo 28-s: 208, Tablo 29-s: 209, Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Bilimin ve bilimsel bilgilerin gelişmesinde sosyal etmenlerin etkili olduğu Galileo'nun Güneş merkezli evren açıklamasından dolayı yaşadıklarından yola çıkarak hazırlanan Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen adlı KDMyle ele alınmıştır. Öğrencilerin çoğu hem son testte hem de gecikmiş testte bu KDMninde anlatılanlara ve hatta KDMnindeki resme atıfta bulunarak açıklamalar yapmışlardır. Bilimin doğasının bu unsuruna yönelik sadece bir KDM uygulanmış olmasına rağmen oldukça iyi sonuçlar elde edilmesi Galileo'nun hikayesinin öğrenciler için dikkat çekici ve etkileyici olması ile açıklanabilir. Öğrencilerin bu tür hikayelerden hoşlandıkları bazı araştırmacılar tarafından da (Tao, 2003; Şeker ve Welsh, 2006) rapor edilmiştir. Bilimin Doğası Kavram Panosu ürünleri incelendiğinde (Tablo 22-s: 178) bu unsura yönelik ürün hazırlanmadığı görülmektedir. Ünite kapsamında verilen performans görevi de bu unsurun kavranmasına katkı sağlar nitelikte değildir. Bu bağlamda bu gruptaki öğrencilerin yeterli görüşler kazanmasının temel sebebinin KDM olduğu söylenebilir.

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretilmesi öğrencilerin sadece %12'sinin yeterli görüşler benimsemesini sağlamıştır. Öğrencilerin %54 gibi büyük bir öğretiminden sonra bilimin toplumdan kesinlikle etkilenmediği görüşündedir. Bu sonuçlar ünitenin tamamlanmasından iki ay sonrada hemen hemen aynı kalmıştır (Tablo 25-s: 192, Tablo 30-s: 216, Tablo 31-s: 216, Tablo 37-s: 239 ve Tablo 38-s: 240). Buradan hareketle doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin toplum ve kültür içine gömülü yapısının anlaşılmasına katkılar sağlayabildiği, olumlu gelişmelerin kalıcı olduğu ancak geniş bir öğrenci kitlesi üzerinde etkili olmadığı söylenebilir. Bilimin doğasının sosyal unsuru hayal gücü ve yaratıcılık unsurunda olduğu gibi doğrudan yansıtıcı ve kavramsal değişim pedagojisi gruplarında özdeş olarak ele alınmıştır. Başka bir ifadeyle bilimin doğası etkinlik ve KDM Işık ünitesinin aynı alt bölümünde, aynı kazanım ile ilişkili ve aynı sonuca varalım sorularını içermektedir. KDMinde öğrencilerin ön bilgileri ortaya çıkarılmakta, bu konuda doğru ve yanlış düşünceler nedenleriyle birlikte vurgulanmaktadır. Bu uygulamalar etkinlikte bulunmamaktadır. Hayal gücü ve yaratıcılık unsurunda olduğu gibi KDM öğrencilerin %50 gibi çok büyük bir bölümünün yeterli görüşler benimsemesini sağlarken, etkinliklerin çok daha az öğrencinin (%12) görüşlerinde böyle bir etki meydana getirmesi (Tablo 27-s: 206, Tablo 34-s: 231 ve Tablo 41-s: 252)

aradaki farkın öğretim yaklaşımından kaynaklandığı yönündeki yorumları kuvvetlendirmektedir. Bu sonuç bilimin doğasının kavramsal değişim yaklaşımı içerisinde ele alınması yönündeki önerileri destekler niteliktedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002 Kang vd., 2005). Ayrıca bilimin doğasını kavramsal değişimin farklı uygulamaları ile ele alan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Kim vd., 1998; Biernacka, 2006; Kienhues vd., 2008; Mumba vd., 2009).

Işık ünitesinin MEB kitabıyla öğretilmesinden sonra bilimin sosyal unsurunda yeterli görüşler %29'dan %11'e düşmüştür. Kitabın Işık ünitesi bölümünde bilimin sosyal ve kültürel unsuruna hiçbir şekilde yer verilmemiş olması nedeniyle bu düşüşün öğrencilerin birbiri ile veya okul dışı etkileşimlerden meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir. Son testte yeterli görüşlerde meydana gelen bu gerileme kalıcı olmamıştır. İki ay sonrasında elde edilen sonuçlar ön test sonuçları ile büyük oranda örtüşmektedir (Tablo 26-s: 199, Tablo 32-s: 223, Tablo 33-s: 224, Tablo 39-s: 245 ve Tablo 40-s: 246). Çalışma sürecinde bu gruptaki öğrencilerin büyük bir bölümünün görüşlerinin zayıf kategorisinde olması (ön test %52, son test %68, gecikmiş test %59) MEB kitabının bilimin sosyal unsurunu öğretmeye katkı sağlamadığını göstermektedir. Yukarıda ele alınan bilimin doğasının diğer unsurlarında olduğu gibi sadece konunun öğretiminin yapıldığı, bilimin doğasının açıkça ele alınmadığı öğretim uygulamalarının çağdaş bir bilimin doğası bakış açısı geliştirmede yetersiz kaldığı söylenebilir.

MEB kitabının bilimin sosyal etmenlerden etkilendiğinin anlaşılmasına katkı sağlamaması, bu unsurun sınıfta açıkça ele alınmasına ihtiyaç olduğu şeklinde yorumlanabilir. Kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda bilimin doğasının bu unsuru özdeş olarak ele alınmasına rağmen elde edilen sonuçların kavramsal değişim pedagojisi lehine olması daha önce söz edildiği gibi öğrencilerin kendi düşüncelerinin farkına varmalarından, yanlış ve doğru düşüncelerin gerekçeleriyle birlikte açıkça vurgulanmasından kaynaklanıyor olabilir. Burada dikkati çeken bir başka nokta ise kavramsal değişim pedagojisi grubunda hayal gücü ve yaratıcılık unsur ile sosyal unsurlarda meydana gelen değişimlerdir. Bilimin doğasının bu iki unsuru içinde birer KDM hazırlanmıştır. Ancak her iki unsorda yeterli görüşlerin benimsenmesi benzer oranlarda olmamıştır. Sosyal unsorda çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Buradan hareketle ilköğretim öğrencilerinin bilimin sosyal unsurunu daha hayal gücü ve yaratıcılık unsuruna göre daha kolay kavradıkları söylenebilir. Bu durum bilimin sosyal unsurunun bilim

tarihinden olaylar ile daha kolay örneklendirilmesinden ve bu örneğin hayal gücü ve yaratıcılığa göre daha az karmaşık olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü hayal gücü ve yaratıcılık unsuru bir bilim insanının sonuca ulaşmak yaptığı karmaşık işlemlerin tümünü bir arada düşünmeyi gerektirmektedir.

4.1.6. Bilimin Doğasının Çıkarıma Dayalı Unsuru ile İlgili Görüşlerin ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Görüşler Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Bilim insanları deney ve gözlem sonucu veriler elde ederler. Sonuca ulaşmak için bu verilerin yorumlanması gerekir. Özellikle bir olay hakkında doğrudan gözlem yapmanın mümkün olmadığı, sınırlı miktarda verinin bulunduğu durumlarda bilim insanları elde ettikleri verileri sahip oldukları ön bilgileri, hayal gücü ve yaratıcılıkları, kendi bakış açıları ile yorumlayarak sonuca ulaşmaya çalışırlar. Öğrencilerin böyle bir düşünce yapısına sahip olup olmadıklarına anketteki üç soruya verdikleri cevaplar değerlendirilerek karar verilmiştir. Uygulama öncesinde çalışmaya katılan öğrencilerin hiç biri bu üç sorunun tamamında bilim insanlarının elde ettikleri verilerden çıkarımlarda bulundukları şeklinde yorumlanabilecek ifadeler kullanmamışlardır. Öğrencilerin bilimin çıkarıma dayalı doğasında genellikle zayıf görüşler benimsedikleri (Deney 1 grubu %86, Deney 2 grubu %55, Kontrol grubu %67) dikkati çekmektedir (Tablo 24-s: 183, Tablo 25-s: 192, Tablo 26-s: 199 ve Tablo 27-s: 206). Öğrenciler özellikle atomun yapısına nasıl karar verildiğini açıklamakta zorlanmışlardır. Genellikle deney ve gözlemler yaparak gibi kapalı yanıtlar vermişlerdir. Bazıları ise “Bilim insanları atomu görmeseydiler böyle bir şekil çizemezlerdi, atomları görmüş olmalılar, kat kat büyüten araçlarla bakmışlardır.” şeklinde açıklamalar yapmışlardır. Dinozorların neye benzediğinin ise eski dönemlerden kalan resimlerden, mağara duvarlarına yapılan çizimlerden, eski insanların anlattıklarından vb. anlaşıldığını savunmaktadırlar. Öğrencilerin bu açıklamaları bir şeyi bilmek için onu doğrudan veya dolaylı yollar ile görmek, ölçmek vb. somut bir şekilde hissetmek gerektiğine inandıkları şeklinde yorumlanabilir. Bilimin çıkarıma dayalı doğasının yeterince anlaşılmadığı bazı çalışma sonuçlarında da rapor edilmiştir (Sadler vd., 2004; Akerson vd., 2006; Akerson ve Volrich, 2006; Özyeral-Bakanay, 2008; Başol-Özcan, 2009; Metin, 2009). Bu durum öğrencilerin bilimi daha çok uygulama olarak düşünmelerinden, öznel unsurlardan uzak olduğuna inanmalarından kaynaklanıyor olabilir. Ankette gözlem ve çıkarım arasındaki farka yönelik sorulardan birinde İstanbul depremi

konu edilmektedir. Öğrenciler bilim insanlarının İstanbul depremi hakkında farklı sonuçlar ileri sürmelerini bilim insanlarının farklı deneyler yapmış olmalarına, deney aletlerinin hatalı, eski veya yeni olmasına, İstanbul'un farklı noktalarında ölçümler yapılmış olmasına bağlamış olmaları bu düşünceyi doğrular niteliktedir. Öğrencilerin tam olarak soyut işlemler dönemine geçememiş olmaları bu durumun başka bir sebebi olabilir. 11-12 yaş üzeri öğrencilerin soyut işlemler dönemine geçiş yapmaları beklenmektedir. Ancak literatürde temel eğitimi tamamlayıp bir üst öğrenim kademesine geçen öğrencilerin soyut işlemler dönemi özelliklerini tam olarak gösteremedikleri belirtilmektedir (Berninger ve Yates; 1993; White, 2006; Endler ve Bond, 2008).

Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisiyle öğretildiği grupta üniteye başlamadan önce bilimin çıkarıma dayalı unsurunda yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmamaktadır. Ünitinin tamamlanması ile öğrencilerin yaklaşık olarak dörtte biri gözlem ve çıkarım arasındaki farkı kavrayabilmişlerdir. %32'lik bir kesim ise bazı sorularda bilimin çıkarıma dayalı doğasına dair açıklamalarda bulunurken bazı sorularda bunu başaramamışlardır. Örneğin Marmara Bölgesi'nde yaşanması beklenen İstanbul depremi ile ilgili farklı sonuçların elde edilen sınırlı verilerin bilim insanlarının ön bilgi, deneyim, bakış açıları ve hayal gücü ve yaratıcılıkları ile yorumlanarak oluşturulan açıklamalar olduğu yanıtını verenler dinazorlar üzerine çalışan bilim insanları için benzer düşüncelere sahip değillerdir. %45'lik bir grup ise hiçbir soruda doğrudan veya dolaylı yollarla duyu organları ile algılananların dışında, elde edilen delillerin zihinsel süreçler ile anlamlandırıldığı ve bir sonuca varıldığı şeklinde yanıtlar verememişlerdir. Ünitinin tamamlanmasından iki ay sonrada öğrencilerin görüşlerinde dikkate değer değişim olmamıştır (Tablo 24-s: 183, Tablo 28-s: 208, Tablo 29-s: 209, Tablo 35-s: 232 ve Tablo 36-s: 233). Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisinin bilimin çıkarıma dayalı doğasının öğretilmesine katkı sağladığı ve etkilerinin kalıcı olduğu söylenebilir. Bu grupta bilimin doğasının çıkarıma dayalı unsuru iki KDM Bil Bakalım Ben Neyim? ve Olay Yeri İnceleme ile öğretilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğasının bu unsuruna yönelik şiir, karikatür, tekerleme, resim vb. ürün hazırlamadıkları göz önünde bulundurulduğunda (Tablo 22-s: 178) yeterli görüşlerin kazanılmasının temel sebebinin KDM olduğu söylenebilir. Bununla birlikte öğretimden sonra öğrencilerin çoğu hala zayıf görüşlere sahiplerdir. Çıkarıma dayalı unsur kavratmaya yönelik hazırlanan KDMleri bilimin doğasının diğer unsurlarında olduğu gibi kavramsal değişimi sağlamada yerine getirilmesi gereken şartlar göz önüne alınarak hazırlanmış ve format olarak diğerleri ile aynıdır. Buna

rağmen öğrencilerin çok büyük bir bölümünün hala zayıf görüşlerini sürdürmeleri bilimin doğası bakış açılarının değişime dirençli olmasından (Dagher vd., 2004; Rannikmae vd., 2006) ve uzun süreli eğitimler gerektirmesinden (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002) kaynaklanıyor olabilir. Diğer bir sebep ise ilköğretim Fen ve Teknoloji derslerinde birçok konunun somutlaştırılarak öğrencilere verilmesinden, yukarıda söz edildiği gibi 7. sınıf öğrencilerinin somut operasyon dönemden soyut operasyona geçiş döneminde olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Fen bilimlerinin çeşitli konularında uygulanan KDMnin bazı alternatif kavramların giderilmesinde etkisiz kalabildiği literatürde birçok çalışma sonunda rapor edilmiştir (Önder ve Geban, 2006; Pınarbaşı vd., 2006; Alkhawaldeh, 2007; Özmen, 2007; Taştan vd., 2008).

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği grupta uygulama öncesinde gözlem ve çıkarım arasındaki farka ilişkin yeterli görüşlere sahip öğrenci bulunmamaktadır. Bu gruptaki uygulamalar öğrencilerin sadece %14'nün yeterli görüşler kazanmasını sağlamıştır. Bu öğrenciler iki ay sonrasında da öğrendiklerini unutmamışlardır (Tablo 25-s: 192, Tablo 30-s: 216, Tablo 31-s: 216, Tablo 37-s: 239 ve Tablo 38-s: 240). Işık ünitesinin öğretimi sırasında bilimin doğasının bu unsuru üç etkinlik ile öğretilmeye çalışılmıştır. Buna rağmen öğrencilerin çoğunun değişken ve zayıf görüşlerini devam ettirmeleri doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğasının bu unsurunu öğretmeye son derece sınırlı katkı sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Benzer sonuçlar Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) ve Metin (2009) çalışmalarında da tespit edilmiştir.

MEB tarafından dağıtılan kitap setinin kullanıldığı grupta, uygulama sürecinde öğrencilerin büyük çoğunluğu zayıf görüşlerini sürdürmüşlerdir (ön test %67, son test %74, gecikmiş test %63). Bu bağlamda diğer unsurlarda olduğu gibi gözlem ve çıkarım arasındaki farkın anlaşılmasında da MEB kitap setinin etkili olduğunu söylemek mümkün değildir. Uygulamalar öncesinde çalışma kapsamında ele alınan bilim doğası unsurlarından hiç birinde sınıfın çoğunluğu tarafından yeterli görüşlere sahip olunmaması, Işık ünitesinin MEB kitabıyla öğretildiği grupta öğretim sonrasında öğrencilerin değişken veya zayıf görüşlerini devam ettirmeleri ülkemizde sürdürülmekte olan fen eğitiminin bilimin doğası öğretimine katkı sağlamadığını göstermektedir. Okullardaki uygulamaların bilimin doğasını öğretmede yetersiz kaldığı (Kang vd., 2005; Ibanez-Orcajo ve Martinez-Aznar, 2007; Gültekin, 2009; Özdem vd., 2010; Yiğit vd., 2010), öğrencilerin uygun olmayan düşünceler geliştirmesine yol açabildiği bazı araştırmacılar (McComas, 1996; McComas, 2000; Rannikmae vd., 2006) tarafından da belirtilmiştir. Mevcut uygulamalarda ortaya

çıkan bu başarısızlık bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar ile açıklanabilir. Mevcut kitap setinin bu çalışma kapsamında uygulanan bölümünde bilimin doğası unsurlarının öğretimi için özel tasarımlar yapılmamıştır. Bilimin doğası unsurlarının diğer fen konuları gibi zihinsel öğrenme ürünleri olarak ele alınmadığı, açıkça üzerinde durulmadığı uygulamalar dolaylı yaklaşım kapsamına girmektedir. Literatürde bilimin doğasını öğretmede dolaylı yaklaşımın etkili bir yol olmadığı literatürde ifade edilmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000a; Abd-El-Khalick ve Lederman, 2000b; Abell vd., 2001; Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 2006, Ayvaci, 2007).

Ünitenin öğretimi sırasında gözlem ve çıkarım arasındaki farka odaklanan iki KDM, üç bilimin doğası etkinliği uygulanmıştır. Üç etkinlikten ikisi KDMyle sadece uygulama yaklaşımı bakımından farklıdır. Geriye kalan bir etkinlik ise bu gruba özeldir. Buna rağmen KDM, etkinliklerden çok daha olumlu gelişmeler sağlamıştır. Bu bağlamda bilimin çıkarıma dayalı doğasını öğretmede KDMnin doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerine göre daha etkili bir yol olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bilimin doğasının bu unsurunda bütün gruplarda görüşlerin süreç boyunca değişken ve zayıf kategorisinde toplanması, KDMnin diğer unsurlarda yeterli görüşler kazanılmasına çok daha olumlu katkılar sağlarken, bu unsurdaki etkilerinin diğer unsurlara göre daha az olması dikkat çekicidir. Öğrencilerin çoğunun bir şeyleri bilmek için mutlaka onu görmek gerektiği noktasında ısrar etmeleri, yukarıda söz edilen öğrencilerin soyut düşünme becerilerini kazanmış olmaları ile bilimin doğasının bu unsuruna yönelik düşünceleri arasında ilişkiler olabileceği görüşünü destekler niteliktedir.

4.2. Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Tartışma

Çalışmanın ikinci alt amacı; üç farklı uygulamanın Işık ünitesinde kavramsal değişimi sağlamaya ve bu değişimin kalıcılığına olan etkilerini karşılaştırmalı olarak irdelemektir. Aşağıda bu amaca yönelik elde edilen bulgular literatürde yapılan çalışma sonuçları ile birlikte tartışılmıştır.

Uygulamalar öncesinde grupların Işık Ünitesi Kavram Testi'nden aldıkları toplam puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bununla birlikte bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenecek grup en düşük ortalama sıra değere sahipken, MEB kitabını kullanacak grup ön testte en başarılı gruptur (Tablo 42-s: 253). Gruplar özellikle tam anlama başta olmak üzere kısmen anlama gibi, verdikleri

cevabı gerekçeleriyle açıklamada benzer özelliklere sahiplerdir. Işık ünitesinin öğretiminden önce MEB kitabıyla öğrenim görecektikleri öğrencilerin diğer gruplardan daha çok soruda verdikleri cevabın gerekçelerini açıklayamadıkları dikkati çekmektedir. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle zenginleştirilen kitap setini kullanacak grupta ise öğrencilerin diğer gruplara göre daha fazla soruyu yanıtsız bıraktıkları tespit edilmiştir. Kavram testinde öğrencilerin verdikleri cevabın gerekçelerini açıklayamamalarında, soruları yanıtsız bırakmalarında özellikle merkezi sınavlar nedeniyle öğrencilerin çoktan seçmeli sınavlara alışmalarının da etkisi olabilir. Kavramsal değişim pedagojisi grubu öğrencileri ise daha fazla soruda hem yanlış cevap vermişler hem de düşüncelerini alternatif kavramlar ile açıklamışlardır (Tablo 43-s: 254). Bu bağlamda öğretim öncesinde öğrencilerin ışık konusundaki birçok kavram hakkında tam anlamaya sahip olmadığı, birçok kavram hakkında eksik ve hatalı bilgilere sahip oldukları, zihinlerde birçok alternatif kavramın olduğu söylenebilir. Literatürde çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin ışık konusundaki kavramları tam olarak anlayamadıkları, ışığın öğrenilmesi zor bir konu olduğuna vurgu yapılmıştır (Boyes ve Stanisstreet, 1991; Bitner, 1996; Sprod ve Jones, 1996; Greenwood ve Scribner-MacLean, 1997; Galili ve Lavrik, 1998; Toh ve Boo, 1999; Eshach, 2003; Black, 2006; Warwick ve Stephenson, 2002; Koponen, 2005; Yalçın vd., 2009). Işığın öğrenilmesi ve öğretilmesi zor konulardan biri olmasında birkaç faktör etkili olabilir. Fiziğin birçok konusunda olduğu gibi ışık da günlük hayatla yakından ilişkilidir. Gökkuşağının oluşması, gece ve gündüz, Güneş ve Ay tutulması gibi birçok doğa olayı ve el feneri, ayna, mercekler gibi sıklıkla kullanılan araçlar ile öğrenciler okula gelmeden önce ışık hakkında birçok tecrübe edinmektedirler. Bu tecrübeler bazen eksik veya hatalı fikirlerin oluşmasına yol açabilir. Ayrıca Galili ve Hazan (2000)'nın da ifade ettiği gibi ışığın bazı özelliklerinin mesela ışık hızı gibi bireylerin kendi tecrübesi ile algılanması, okulda doğrudan gözlem yapılması mümkün değildir. Bu durumlarda öğrenciler sezgisel olarak bazı fikirler üretebilmekte ve bunlara kuvvetle inanabilmektedirler. Ayrıca ışığın karmaşık doğası, ortama göre özelliklerinin değişmesi ayrıca ışık konusundaki yansıma, parlama, kırılma gibi kavramların günlük dilde farklı anlamlarda kullanılması da ışığı fiziğin zor konularından biri haline getirebilir.

Çalışma kapsamında yürütülen üç farklı uygulamanın kavramsal değişime etkilerini tespit etmek amacıyla ünitenin tamamlanmasından bir hafta sonra Işık Ünitesi Kavram Testi tekrar uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; üç grubun kavram testinden elde

ettikleri toplam puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte kavramsal değişim pedagojisi grubu en yüksek ortalama sıra değerine sahiptir. En düşük ortalama sıra değer ise MEB kitabının kullanıldığı gruba aittir (Tablo 44-s: 255). Ön testte kavramsal değişim pedagojisi grubunun en düşük ortalama sıra değere sahip olduğu düşünüldüğünde bu gruptaki uygulamaların kavramsal değişimi sağlamada daha etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin verdikleri cevapların kategoriler açısından analizi de bu görüşü doğrular niteliktedir. Çünkü kavramsal değişim pedagojisi grubu diğer iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı bir oranda DSTA yanıtı vermiştir. Başka bir ifade ile kavram testindeki soruların çok daha fazlasında hem doğru yanıt vermişler hem de verdikleri cevabı doğru bir şekilde açıklayabilmişlerdir. MEB kitabıyla öğrenim gören öğrenciler sorulara DSTA şekline yanıt vermede oldukça başarısız olmuşlardır. Dikkati çeken bir başka nokta ise YY kategorisindeki sonuçlardır (Tablo 45-s: 256). Uygulamalar sonrasında MEB kitap setiyle öğrenim gören gruptaki öğrenciler çok daha fazla soruyu yanıtsız bırakmışlardır. Işık ünitesinin tamamlanmasında iki ay sonra uygulanan gecikmiş testte kavramsal değişim pedagojisi grubunun istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde diğer gruplardan önde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 46-s: 257). Ortalama sıra değerlere bakıldığında doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunun kavramsal değişim pedagojisi grubunu yakından takip ettiği ancak MEB grubunun oldukça geride kaldığı görülmektedir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar kategoriler açısından karşılaştırıldığında kavramsal değişim pedagojisi grubu öğrencilerinin testteki daha çok soruyu anlayarak cevaplandığı veya yanıtsız bıraktığı tespit edilmiştir. Diğer iki grupta, özellikle MEB kitabının kullanıldığı grupta ise testteki soruların çoğunda öğrenciler verdikleri cevabın gerekçelerini açıklayamamışlardır (Tablo 47-s: 258). Grupların süreç boyunca kendi içindeki değişimi irdelendiğinde her üç grupta da ön ve son test sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır (Tablo 48-s: 260, Tablo 51-s: 262 ve Tablo 54-s: 263). Bu bağlamda her üç uygulamanın da kavramsal değişimi sağlamada etkili olduğu söylenebilir. Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği gruplarda son ve gecikmiş test arasında anlamlı farklılık olmaması, ön ve gecikmiş test arasındaki farkın ise anlamlı olması bu iki gruptaki uygulamaların kavramsal değişimi kalıcı bir şekilde sağladığı şeklinde yorumlanabilir (Tablo 49-s: 260, Tablo 50-s: 260, Tablo 52-s: 262, Tablo 53-s: 262, Şekil 10-s: 259 ve Şekil 11-s: 261). MEB kitabı grubunun ön ve son test sonuçları arasında son test lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak bu gruptaki uygulamaların kavramsal değişime katkı sağladığı

söylenbilir. Bu grupta son ve gecikmiş test sonuçları arasında son test lehine anlamlı fark olması, ön ve gecikmiş test arasında anlamlı farklılığın olmaması (Tablo 55-s: 264, Tablo 56-s: 264 ve Şekil 12-s: 263) uygulamaların kavramsal değişim üzerine etkilerinin uzun süreli olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir ifade ile bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarının öğrencilerin Işık ünitesinde geçen kavramları derinlemesine ve kalıcı bir şekilde öğrenmelerini sağlarken, MEB kitabı grubundaki uygulamaların daha yüzeysel ve kısa süreli bir öğrenme sağladığı söylenbilir.

Kavramsal değişimi sağlamada ve özellikle bu değişimin kalıcı olmasında bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım uygulamalarının MEB kitabından daha etkili olması birkaç sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan biri belki de en önemlisi ışık hakkındaki alternatif kavramlara bilimin doğası KDM ve doğrudan yansıtıcı etkinliklerinin içerisinde yer verilmesi olabilir. Örneğin Hangi Işık Daha Hızlı?, Benimle Aynı Fikirde misin? KDM, Beyaz, Bilye, bilimin doğası etkinlikleri bilimin doğası unsurlarını hem de ışık hakkındaki alternatif kavramları içermektedirler. Örneğin Hangi Işık Daha Hızlı? KDM'inde öğrenciler fen bilimlerinin deneysel verilere ihtiyaç duyduğunu öğrenirken aynı zamanda ışık hızının kaynağına bağlı olmadığını keşfetmektedirler. Beyaz etkinliğinde bilimin deneysel unsuru, beyaz ışığın bütün renkleri içermesi üzerinden öğretilmektedir. Işık hakkındaki bütün alternatif kavramlara bilimin doğası KDM'de ve etkinliklerinde yer vermek mümkün olamamıştır. Bu nedenle bilimin doğası KDM ve etkinliklerinin içersine entegre edilemeyen alternatif kavramlar sınıfta açıkça ele alınmış, üzerinde tartışılmıştır. Öğrenciler ışık hakkındaki bütün alternatif kavramlar hakkında olmasa da ışık hızı, gökyüzü ve denizlerin mavi görünmesi, beyazın ışığın bütün renkleri içermesi ile ilgili şiir, karikatür gibi ürünler hazırlamışlardır. Bu ürünler ünite süresince panoda sergilenmiştir. Bu tür uygulamalarda kavramsal değişim üzerinde bazı etkiler meydana getirmiş olabilir. Diğer bir sebep ise öğretim materyallerinin yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline göre hazırlanması olabilir. Çünkü ünitenin her bir alt bölümünde mümkün olduğu kadar az sayıda kazanım 5E modeli ile öğretilmeye çalışılmıştır. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda uygulamalar kavramsal değişim üzerinde olumlu ve kalıcı etkiler meydana getirmekle birlikte bu etkilerin kavramsal değişim pedagojisi grubundaki uygulamalara göre daha sınırlı olduğu söylenbilir. Bu durumun sebeplerinden biri Işık Ünitesi Kavram Panosu olabilir (Tablo 22-s: 178 ve Tablo 23-s: 178). Her iki grupta ışık hakkındaki alternatif

kavramlar ile ilgili hazırlanan ürünler sayıca eşit olmakla birlikte, kavramsal değişim pedagojisi grubunda ürünlerin çeşit bakımından biraz daha zengin olduğu söylenebilir.

MEB kitabı da kavramsal değişimi sağlamada etkili olmuştur. Bu durum MEB kitabının Fen ve Teknoloji öğretim programlarının bir gereği olarak öğrenci merkezli, yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uyumlu, etkinlik ağırlıklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Akkuş vd. (2003) kimyasal denge konusundaki kavramların anlaşılmasında, Yapılandırmacı yaklaşımın farklı uygulamalarının asit ve baz konusundaki kavramların anlaşılmasında (Yaman vd., 2006), limit konusundaki kavramların anlaşılmasında (Bükova-Güzel, 2007), gazların sıvı içerisindeki çözünürlüklerinin anlaşılmasında (Çalık vd., 2007) ve kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal değişimi sağlamada (Özsevgeç, 2007) etkili olduğu literatürde tespit edilmiştir. Bununla birlikte MEB kitabının diğer iki uygulamaya göre kavramsal değişime daha az katkı sağladığı ve meydana gelen kavramsal değişimin kalıcı olmadığı gözden kaçırılmamalıdır. Bu durum bazı bölümlerin şekil olarak 5E modeline uyumlu olmasına rağmen içerik olarak konunun ele alınışının 5E modeli ile tam olarak örtüşmemesinden kaynaklanıyor olabilir. Örneğin ışığın kırılması bölümünde girme basamağında resimler verilmekte, bu resimler ile ilgili sorular sorulmaktadır. Bunlar 5E modelinin girme basamağı için uygundur. Bunlara ek olarak kırılmanın ne olduğu, bir saydam ortamdan diğer saydam ortama dik açı ile geçen ışık ışınlarının kırılmayacağı gibi açıklama basamağında olması gereken ifadeler de bu bölümde yer verilmiştir. Diğer bir sebep ise MEB kitabında ünitenin her bir alt bölümünde kazanımların tamamının 5E modelini oluşturmaması olabilir. Bu durumda bazı kazanımlar girme, bazı kazanımlar keşfetme, bazı kazanımlar derinleştirme basamağında ele alınmaktadır. Diğer bir ifade ile bazı kazanımları öğrenciler kendileri keşfetmemektedir, bazı kazanımların derinleştirilmesi eksik kalabilmektedir.

4.3. Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Tartışma

Çalışmanın ikinci alt amacı; Işık ünitesinde öğrencilerin en çok alternatif kavramlara sahip oldukları noktaları belirlemek ve çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların bu kavramların giderilmesine etkilerini kalıcılıkları ile birlikte irdelemektir. Kavram testi sorular bazında analiz edildiğinde öğrencilerin birçok alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Örneğin bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisiyle öğretileceği grupta on beş sorunun on üçünde sınıfın yarısı veya daha fazlası alternatif kavramlara

sahiptir. Bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğrenecek grupta on bir soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranı oldukça fazladır. MEB kitabını kullanacak grupta ise dokuz soruda öğrenciler yoğun bir şekilde alternatif kavramlara sahiplerdir. Bazı sorularda öğrencilerin %70 veya daha fazlası alternatif kavramlara sahiplerdir. Aşağıda ışık hakkındaki alternatif kavramlar ve üç farklı uygulamanın bu kavramlar üzerine etkilerine ilişkin tartışmalara ayrı başlıklar altında yer verilmiştir.

4.3.1. Işığın Tanımlanması ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Testin ilk sorusu öğrencilerin ışığın bir enerji türü olduğunu fark edip edemedikleri ile ilgilidir. Bu soruda bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğretileceği grupta alternatif kavramlara sahip öğrenci bulunmamaktadır. Bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenecek grupta öğrencilerin %10'u, MEB kitabını kullanacak grupta ise %33'ü ışığı saydam bir madde, boşluğu dolduran bir madde, bir kaynaktan çıkan aydınlık olarak tanımlamaktadır (Tablo 57-s: 265). Benzer alternatif kavramlar literatürde birçok çalışmada tespit edilmiştir (Guesne, 1985; Eaton vd., 1986; Hapkeiwicz, 1992; Yıldız, 2000; Galili ve Hazan, 2000; Cansüngü-Koray ve Bal, 2002; Warwick ve Stephenson, 2002; Yeşilyurt vd., 2005; Chang vd., 2007; Şahin vd., 2008; Wagner, 2008). Işığın somut bir nesne ve etkilerine bağlı olarak tanımlanmasında Boyes ve Stanisstreet (1991)'inde ifade ettiği gibi kullanılan dil ve günlük yaşam deneyimleri etkili olabilir. Çünkü günlük yaşamda ışığı aç/kapat, ışık parladı gibi ifadeler sıklıkla kullanılmaktadır. Testin ilk sorusu en az alternatif kavramlara sahip olunan sorulardan biridir. Bu durum ilköğretim 4 ve 6. sınıfta ışığın bir enerji olduğunun ele alınmasından kaynaklanıyor olabilir. Şahin vd. (2008) yaptıkları çalışmada 4. sınıf öğrencilerinin ışığı enerji olarak tanımlamazken, 6. sınıf öğrencilerinin yarısının ışığı enerji olarak tanımlaması bu görüşü destekler niteliktedir. Son ve gecikmiş testte de bu soru öğrencilerin en az alternatif kavramlara sahip oldukları sorulardan biri olmuştur (Tablo 58-s: 267 ve Tablo 59-s: 268). Özellikle MEB kitabı grubunda alternatif kavramlara sahip öğrenciler daha da azalmıştır. Bu durum birkaç sebepten kaynaklanıyor olabilir. Işık ünitesinin ilk alt bölümünde 5E modelinin her aşamasında ışığın bir enerji olduğu ele alınmaktadır (Tablo 21-s: 174). Örneğin girme aşamasında Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisine etkinliği, keşfetme basamağında soğrulma ve cismin rengi arasındaki ilişkinin keşfine yönelik

etkinliği, derinleştirme basamağında radyometre, güneş fırını, güneş paneli vb. tanıtılmış, Güneş Enerjisinden Yararlanmayı Keşfedyorum etkinliği gerçekleştirilmiştir. Başka bir sebep ise öğrencilerin teknolojik tasarım döngüsünü kullanarak sera ve güneş arabası tasarımları olabilir. Çünkü ğrenciler bu tasarım sürecinde ışık enerjisini hangi alanda ne amaçla kullanacaklarına karar vermişler, güneş enerjisinden en iyi faydalanmak için neler yapabilecekleri hakkında fikirler üretmişlerdir.

4.3.2. Işık Hızı ile İlgili Alternatif Kavramların ve üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar zerine Etkilerinin Tartışılması

Testin 2, 3 ve 4. soruları ışığın yayılma hızı ile ilgilidir. 2. soru ışığın yayılma hızı ve ışık kaynağı, 3. soru saydam ortam ve ışığın yayılma hızı, 3. soru ise gece ve gündüz ortamlarında ışığın yayılma hızını konu edinmektedir.

Uygulamalar öncesinde her üç grupta da öğrencilerin çoğu (Deney 1 grubu %91, Deney 2 grubu %67, Kontrol grubu % 76) ışığın yayılma hızının ışık kaynağına bağlı olduğu şeklinde alternatif kavramlara sahiplerdir (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin zihinlerindeki yanlış düşüncelerden biri şöyledir: “Işık kaynağının şiddeti arttıķa ışığın yayılma hızı artar.” Bu alternatif kavramın çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrencilerin zihinlerinde sıklıkla bulunduğu Stead ve Osborne (1980), Hapkeiwicz, (1992), Büyükkasap ve Samancı (1998), Büyükkasap vd. (2001), Kaçan (2008), Wagner (2008) ve Yalçın vd. (2009)’nin yaptıkları çalışmalarda da tespit edilmiştir. Bazı ğrenciler ise ışık kaynağını çalıştıran enerji türü ile ışığın yayılma hızı arasında ilişki olduğunu düşünmektedirler. Örneğin elektrikle çalışan bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınlarının pille çalışan bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınlarından daha hızlı yayıldığını düşünmektedirler. Benzer alternatif kavramların ğretmen adayları (Yalçın vd., 2009) ve hatta öğretmenlerde de (Greenwood ve Scribner-MacLean, 1997) bulunduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Öğrencilerin bazıları ise ışık kaynağının aydınlattığı alana bağlı olarak ışığın yayılma hızının değiştiğini savunmaktadır. Örneğin ampul ve mumdan çıkan ışık ışınlarının her yöne yayıldığını bu ışık kaynaklarından çıkan ışık ışınlarının el fenerine göre daha hızlı olduğuna inanmaktadırlar. Bu alternatif kavramlar incelendiğinde öğrencilerin ışığın yayılma hızını aydınlanmaya bağlı olarak açıkladıkları söylenebilir. Diğer bir ifade ile aydınlanma ne kadar fazla ise ışık kaynağından çıkan ışınların hızının o kadar fazla olduğu düşünmektedir. Testin nc sorusu ışığın farklı saydam

ortamlardaki hızının karşılaştırılmasını istemektedir. Bu soruda bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile zenginleştirilen öğretim materyalinin kullanılacağı grupta alternatif kavramlara daha fazla rastlanmıştır. Mevcut ders kitaplarını kullanacak olan grup ise bu konuda en bilgili gruptur. Alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranı gruplarda %33 ile %52 arasında değişmektedir (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin bazıları ışık hızının asla değişmeyeceğini, saydam ortamların hepsinde ışığın aynı hızla yayıldığını düşünmektedirler. Bu düşünceler öğrencilerin fazla genelleme yapmasından kaynaklanıyor olabilir. Daha açık bir ifade her saydam ortamın birbiri ile tamamen aynı özelliklere sahip olduklarının düşünülmesi, farklı saydam ortamlarda ışığın farklı özellikler gösterebileceğinin göz ardı edilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Işık hızının değişmeyeceği düşüncesi Department of Physics at the University of Dallas [DPUD] (2005); MEB (2006) ve Ünal-Çoban (2009) tarafından da rapor edilmiştir. Bazı öğrenciler ise ışığın hızının ancak bir engele çarpması durumunda değişeceğine inanmaktadırlar. Bu düşünce öğrencilerin hareketli bir cismin (top, araba vb.) engelle temas ettiğinde süratinin azaldığına günlük yaşantılarında sıklıkla tanık olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bazı öğrenciler ise cam ve su ortamında ışığın hızı olmadığını düşünmektedirler. Bu durum öğrencilerin su ve camın saydam ortamlar olduğunu bilmemelerinden kaynaklanıyor olabilir. Öğrencilerin testin açık uçlu bölümüne ışığın camda ve suda yayılmadığı şeklindeki cümleleri bu görüşü destekler niteliktedir. Öğrencilerin zihinlerinde ışığın su ortamında yayılmayacağı şeklinde düşüncelerin var olduğu Kaçan (2008) tarafından da tespit edilmiştir. Testteki 4. soru ışığın gece ve gündüz ortamlarındaki hızı ile ilgilidir. Bu soruda her bir gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğu alternatif kavramlara sahiptirler. Örneğin bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisiyle öğretileceği gruptaki öğrencilerin %91'i, doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretileceği gruptaki öğrencilerin %67'si ışığın gece ve gündüz olmasına bağlı olarak farklı uzaklıklara yayılacağını düşünmektedir (Tablo 57-s: 265). Benzer sonuçlara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır (Stead ve Osborne, 1980; Büyükkasap ve Samancı, 1998; Fetherstonhaugh, 1990; Büyükkasap vd., 2001; Abdi, 2006; Kaçan, 2008; Yalçın vd., 2009). Işığın gündüz daha uzağa yayılabileceğini düşünenler bu fikirlerini üç farklı gerekçeye dayandırmaktadırlar. Bunlardan ilki; gündüz ortamda bulunan Güneş ışığının başka kaynaklardan ışık ışınlarına çarparak onların hızlarını arttırması hızlanan ışınların daha uzak noktalara yayılmasıdır. Diğer bir gerekçe ise gündüz ortam aydınlık olduğundan ışığın önünde engel bulunmamaktadır ve engelsiz ortamda ışık daha uzaklara

yayılabilir. Son gerekçe ise geceleri bir kaynaktan yayılan ışık ışınlarının bir miktarının karanlık ortamdan tarafından tutulmasıdır. Işığın bir miktarı tutulduğunda ışığın yavaşladığı, sürattaki azalmaya bağlı olarak alınan mesafenin azaldığına inanılmaktadır. Bu gerekçeler incelendiğinde öğrencilerin zihinlerindeki alternatif kavramların aydınlık ve karanlığın hava, su ve cam gibi maddesel ortamlar olarak algılanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Işığın karanlıkta daha uzağa yayılacağı şeklindeki alternatif kavramların ise hissedilen aydınlık miktarına bağlı olarak meydana geldiği söylenebilir. Diğer bir ifadeyle gündüz Güneş ışığının etkisiyle başka bir kaynaktan çıkan ışık ışınlarının hissedilememesi, gece karanlık ortamda düşük şiddetli bir kaynaktan çıkan ışınların bile çok daha fazla fark edilmesi öğrencileri gece ortamında ışığın daha fazla yol aldığı düşüncesine götürmüş olabilir. Bu bağlamda uygulamalar öncesinde ışığın yayılma hızı ile ilgili öğrencilerin zihinlerinde çok sayıda ve çok çeşitli alternatif kavramların bulunduğu söylenebilir. Galili ve Hazan (2000)'nın belirttiği gibi ışığın yayılma hızını insanın kendi deneyimleri ile algılaması mümkün değildir. Başka bir ifade ile öğrenciler günlük yaşamlarında ışığın yayılma hızını tespit edecek imkana sahip değildirler. Sprod ve Jones (1996) çok büyük, çok küçük, çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olaylarda veya durumlarda öğrencilerin sezgisel yolla ürettikleri bilgilere inandıklarını belirtmektedirler. Bu nedenle uygulamalar öncesinde ışığın yayılma hızı ile ilgili tespit edilen alternatif kavramların sezgisel yolla oluşturulduğu söylenebilir.

Bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi grubunda öğrencilerin %46'sı ışık hızının kaynağına bağlı olduğu şeklindeki bilimsel olmayan düşüncelerini kalıcı olarak terk etmişlerdir. (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 60-s: 269). Bu başarı bilimin doğasının deneysel unsurunu ele alan Hangi Işık Daha Hızlı? KDMninden kaynaklanıyor olabilir. Bu KDMninde öğrencilere üç ışık kaynağı verilmekte ve bu kaynaklardan yayılan ışık ışınlarının hızlarını sıralamaları istenmektedir. KDMnin uygulanışı sırasında doğru sıralama yapan öğrenci olmamıştır. Öğrenciler verilen üç farklı ışık kaynağından yayılan ışık ışınlarının aynı hızda olduklarını öğrendiklerinde oldukça şaşırılmışlardır. Beklenmedik bir durumla karşılaşmak başka bir ifadeyle sürpriz bir sonuç yaşamak öğrencilerde derin ve kalıcı etkiler meydana getirmiş olabilir. Ayrıca bir öğrencinin KDMninde esinlenerek yaptığı karikatür sınıf panosunda sergilenmiştir. Bu karikatürde bazı öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermeye katkı sağlamış olabilir. Işık hızı ve ortam arasındaki ilişkiyi konu edinen 3. soruda ise üniteye başlamadan önce sınıfın %41'i alternatif kavramlara sahiptir. Gerçekleştirilen uygulamalar sonrasında alternatif

kavramlara sahip olanlar sınıfın sadece %14'dür ve bu başarı iki ay sonrasında da korunmuştur (Tablo 57-sayfa 265, Tablo 58-sayfa 267, Tablo 59-sayfa 268 ve Tablo 60-sayfa 269). Bu olumlu sonuç biliminde hayal gücü ve yaratıcılığın rolüne vurgu yapan KDM Bilye ve bilimin öznel unsurunu ele alan KDM Benimle Aynı Fikirde misin?'den kaynaklanıyor olabilir. Çünkü her iki KDM bilimin doğası unsurları hakkındaki doğru düşünceleri ışık hızı ve saydam ortam arasındaki ilişkiden yola çıkarak ispatlamaktadır. Ayrıca öğrenci çalışma kitabında ortam ve ışığın yayılma hızı arasında ilişkileri sorgulayan iki etkinlik bulunmaktadır. Bu etkinliklerde alternatif kavramların terk edilmesine katkı sağlamış olabilir. Bu gruptaki uygulamalar gece ve gündüz ışığın farklı uzaklığa yayılacağı şeklindeki alternatif kavramların giderilmesine %34'lük katkı sağlamıştır (ön test %91, son test %57). Bu oran gecikmiş testte de korunmuştur. Bu olumlu gelişme yukarıda söz edilen üç bilimin doğası KDMninden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü bu KDMde ele alınan bilimin doğası unsurları ışığın yayılma hızının nelere bağlı olduğu ve nelere bağlı olmadığı üzerinden kavratılmaya çalışılmaktadır. Alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranında büyük miktarda gerileme olsa da sınıfın yarısından fazlasının hala alternatif kavramlarını devam ettirmesi dikkati çeken bir noktadır. Öğrencilerin büyük bir bölümünün düşüncelerinde değişime gitmemeleri, bu KDMde doğrudan gece ve gündüz ışığın eşit mesafeye yayılacağından söz etmemesinden, öğrencilerin kendilerinin sentezleyerek bu sonuca ulaşmaları gerektiğinden kaynaklanıyor olabilir.

Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle zenginleştirilen öğretim materyalinin kullanıldığı grupta ışık hızı ve ortam arasındaki ilişki hakkında alternatif kavramlara sahip öğrenciler %52'den %30 gerilemiştir (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267 ve Tablo 61-s: 270). Bu başarı bilimin hayal gücü ve yaratıcılık unsurunu ele alan Bilye etkinliğinden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü etkinlikte ışığın farklı saydam ortamlardaki hızı yapılan bir deneyden benzetmeler kurularak keşfedilmiştir. Ayrıca öğrenci çalışma kitabında ışığın farklı ortamlardaki hızı ile ilgili bir tablo tamamlama, bir tane de sıralama etkinliği bulunmaktadır. Bu etkinliklerde elde edilen başarıya katkı sağlamış olabilir. Bu soruda son testten sonra gecikmiş testte büyük düşüş dikkati çekmektedir. Ünitenin tamamlanmasının üzerinden iki ay geçmesine rağmen bu pozitif sonuç seviye belirleme sınavına hazırlanan öğrencilerin dersane vb. ek çalışmalarından kaynaklanıyor olabilir. Işık hızının kaynağına bağlı olduğu, gece ve gündüz ortamlarında ışığın farklı uzaklığa yayıldığı ile ilgili alternatif kavramlar bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle birleştirilemeyen alternatif kavramlardandır. Ancak ünitenin işlenişi

sırasında bu alternatif kavramlar öğretmen tarafından vurgulanmış, üzerinde kısa tartışmalar yapılmış, “Işık Kavram Panosu”nda sergilenmek üzere ürünler hazırlanması istenmiştir. Bir öğrencinin yazdığı “Işık Hızı” adlı şiir sınıfta okunmuş, panoda sergilenmiştir. Ancak bu uygulamalar ışık hızının kaynağına bağlı olmadığının anlaşılmasında %10 kazanç sağlarken, gece ve gündüz ışığın eşit uzaklığa yayılacağının anlaşılmasına katkı sağlamamıştır. Bu sınırlı etkinin ve etkisizliğin temel sebebinin alternatif kavramların dolaylı olarak ele alınmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu durum alternatif kavramların sınıfta sözel olarak ele alınarak vurgulanmasının, üzerinde kısa tartışmalar yapılmasının, az sayıdaki öğrencinin hazırladığı ürünler ile pano hazırlamanın çok fazla etkili olmadığı, çok daha spesifik uygulamalara gereksinim olduğu şeklinde yorumlanabilir.

MEB kitabıyla öğrenim gören sınıfta ışığın yayılma hızı ile ilgili 2, 3 ve 4. sorularda alternatif kavramlara sahip öğrenci oranlarında uygulama sürecinde önemli değişiklikler olmamıştır (Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 62-s: 271). MEB tarafından kullanılmakta olan kitap setinde ışık hızı ile ilgili olarak sadece öğrenci ders kitabında ışığın farklı ortamlardaki hızını gösteren bir tablo bulunmakta, başka hiçbir etkinliğe yer verilmemektedir. Ünitenin öğretimi sırasında da öğretmen öğrencilerden tabloyu incelemelerini istemiş, ışığın yayılma hızının en büyük ve en küçük olduğu ortamları sormuştur. Öğrenciler tabloyu inceleyerek bu sorulara yanıt vermişlerdir. Ancak bu uygulama öğrencilerin fikirlerinde dikkate değer değişiklikler meydana getirmemiştir. Işık hakkında bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilerin öğretiminin alternatif kavramların giderilmesi anlamına gelmediği (Galili ve Lavrik, 1998; Toh ve Boo, 1999; Gregg 2001; Warwick ve Stephenson, 2002; Keinonen, 2007), akademik başarısı yüksek öğrencilerin bile konunun öğrenilmesinden sonra alternatif kavramlarını sürdürdüğü bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Black, 2006).

4.3.3. Renkler ile İlgili Alternatif Kavramaların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Testteki üç soru (5, 6 ve 7. sorular) renkler ile ilgilidir. 5. soru cisimlerin renkli görülmesini konu edinmektedir. Cisimlerin niçin siyah görüldüğü 6. soruda ele alınırken, bir cismin beyaz görülmesinin sebepleri ise 7. soruda sorgulanmaktadır.

Uygulamalar öncesinde grupların her üçünde de öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı veya daha fazlası (Deney 1 grubu, %60, Deney 2 grubu %48, Kontrol grubu %60) bir cismin niçin kırmızı görüldüğü konusunda alternatif kavramlara sahiplerdir (Tablo 57-s: 265). Öğrenciler genellikle cisimlerin renkli görülmesinde ışığın etkili olmadığını düşünmektedirler. Daha önce yapılan birçok çalışmada da benzer durum tespit edilmiştir (Anderson ve Smith, 1986; Eaton vd., 1986; Hapkeiwicz, 1992; Greenwood ve Scribner-MacLean, 1997; Gürel, 2002; Yeşilyurt vd., 2005; Wagner, 2008; Ünal-Çoban, 2009). Bir cismin renkli görülmesi ile ilgili alternatif kavramlar günlük yaşam deneyimlerinden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü öğrenciler yaşamlarında genellikle cisimlerin boyanarak renklendirilmesini tecrübe etmektedirler. Bazı öğrenciler ise cismin soğurduğu ışığın renginde görüldüğünü düşünmektedirler. Yeşilyurt vd. (2005) ilköğretim 4 ve 5. sınıf öğrencilerinde bu alternatif kavramı tespit etmişlerdir. Bu alternatif kavram görme olayının gerçekleşmesinde cismin aydınlanmasının yeterli olduğunun, göze ışığın yansıması gerektiğinin göz ardı edilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Testin 6. sorusu cisimlerin siyah görülmesini konu edinmektedir. MEB kitabı ve kavramsal değişim pedagojisi grubu öğrencilerin yarısı veya yarıdan fazlası siyahın oluşumu ile ilgili alternatif kavramlara sahiplerdir. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda ise öğretim öncesinde öğrencilerin %43'ü alternatif kavramlara sahiptirler (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin “Cisim üzerine gelen siyah ışığı tuttuğunda siyah görülür.” şeklindeki açıklamaları, öğrencilerin hem cismin soğurduğu ışığın renginde görüldüğü hem de siyahın renk olduğu alternatif kavramlarının ikisine birden sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Siyahın renk olduğu alternatif kavramının oluşması günlük yaşamda siyahın renk olarak ifade edilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bazı öğrenciler ise siyahın gelen ışığın tamamının yansımasıyla oluştuğunu düşünmektedirler. Bu alternatif kavramın temel sebebinin siyahın karanlık olarak algılanması olduğu söylenebilir. Öğrencilerin gelen ışığın tamamının yansıması durumunda ortama ışık kalmayacağı ve bu durumda karanlık yani siyah olacağı şeklindeki açıklamaları bu görüşü destekler niteliktedir. Siyahın ışık olmaması durumu olarak algılandığı Pompea vd. (2007) tarafından da rapor edilmiştir. Bazı öğrenciler ise DPUD (2005) ve MEB (2006) ifade edildiği gibi bütün renklerin birleşmesiyle siyahın oluştuğuna inanmaktadırlar. Ünitenin uygulanması sırasında yapılan gözlemlerde öğrencilerin suluboyada çeşitli renkleri karıştırdığımızda koyu/siyah renk elde ederiz şeklinde ifadeler kullanmaları bu alternatif kavramın resim dersi tecrübelerinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. 7. soru beyazın oluşumu ile ilgili fikirleri ortaya çıkarmak amacıyla

hazırlanmıştır. Kavramsal değişim pedagojisi grubunun %82 gibi çok büyük bir bölümü beyazın oluşumu hakkında alternatif kavramlara sahiplerdir. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretileceği grupta ise bu oran %67'dir. MEB kitabını kullanacak öğrencilerin ise çok daha azı (%38) bu konuda alternatif kavramlara sahiplerdir. Öğrencilerin çoğuna göre beyaz renksiz olmak, herhangi bir renge boyanmamış olmaktır. Literatürde birçok çalışmada benzer durum tespit edilmiştir (Anderson ve Smith, 1986; Eaton vd., 1986; Galili ve Hazan 2000; Wagner, 2008). Bu durum günlük yaşam deneyimlerinden kaynaklanıyor olabilir. Örneğin bir resim kağıdı beyazdır, öğrenciler bu kağıda resim yaptıklarında ve resimlerini boyadıklarında o kağıt artık beyaz değildir. Bazı öğrenciler cismin sadece beyazı yansıtması durumunda beyaz görüleceğini belirtmişlerdir. Bu cevap öğrencilerin beyazın bir renk olduğu yanılgısına sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Beyazın renk olarak algılanması günlük yaşantıda beyaz renk ifadesinin sıklıkla kullanılmasından kaynaklanıyor olabilir. Öğrencilerin bazıları ise cisimlerin gelen ışığın tamamını yansıtıklarında, cisme herhangi bir renk kalmayacağına ve beyaz oluşacağına inanmaktadırlar. Bu yanıt öğrencilerin cisim soğurduğu ışığın renginde görülür ve beyaz renksiz olmaktır alternatif kavramlarına sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Kavramsal değişim pedagojisi renkler ile ilgili alternatif kavramların giderilmesine kalıcı katkılar sağlamıştır (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 60-s: 269). Örneğin cisimlerin renkli görülmesi konusunda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranında %20'lik düşüş sağlamıştır ve bu olumlu gelişme iki ay sonrasında da devam ettirilmiştir. Bu düşüşte öğrenci ders ve çalışma kitabındaki etkinlik/deneylerin yanı sıra bilimin doğasının geçici unsurunu kavratmak amacıyla hazırlanan Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne? ve gözlem ve çıkarım arasındaki farka odaklanan Bil Bakalım Ben Neyim? adlı KDMnin de etkisi olabilir. Bu KDMnin dördüncü diğer bir ifadeyle doğru düşünceleri ispatlama bölümleri gelen ışık ve cismin rengi arasında kombinasyonlar kurmayı gerektirmektedir. Ünitenin başlangıcında öğrencilerin %50'si siyahın oluşumu hakkında alternatif kavramlara sahipken uygulamalar sonrasında %33'e gerilemiştir ve bu oran gecikmiş testte de korunmuştur. Cisimlerin siyah görülmesi hakkındaki alternatif kavramların terk edilmesinin temel sebebi öğrenci ders ve öğrenci çalışma kitabı etkinlikleri olabilir. Çünkü ünitenin renkler ile ilgili ikinci bölümünde hazırlanan KDM daha çok beyaz ve cisimlerin kırmızı, mavi ve yeşil görünmesi üzerine odaklanmaktadır. Ünite öncesinde öğrencilerin %82'si cisimlerin beyaz görünmesinde alternatif kavramlara sahipken uygulama sonunda sadece %24'lük kesim bu kavramlarını devam ettirmişlerdir.

Bu büyük başarı gecikmiş testte de korunmuştur. Ünitenin ikinci bölümünde üç KDM uygulanmıştır. Bu KDMnin hepsi beyazı konu edinmektedir. Birden fazla KDMde beyazın ele alınmış olması öğrencilerin çoğunun alternatif kavramlarını terk etmesini sağlamış olabilir. Cisimlerin beyaz görülmesi ile ilgili öğrencilerin biri tarafından hazırlanan ve Işık Kavram Panosu'nda sergilenen şiirde bu olumlu gelişmeye destek sağlamış olabilir.

Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğretildiği grupta ünite tamamlandığında cisimlerin renkli görülmesi konusunda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin oranında %10 gibi küçük bir artış tespit edilmiş ancak iki ay sonrasında ön test sonuçlarına geri dönmüştür (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 61-s: 270). Cisimlerin renkli görülmesi kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda benzer şekilde ele alınmıştır. Örneğin her iki grupta da öğrenci çalışma ve ders kitabı etkinlikleri aynıdır. Ayrıca ışık ünitesinin bu kazanımı ile ilişkili bilimin doğası etkinlikleri bilimin doğası KDMnin etkinliğe dönüştürülmüş halleridir. KDMnin doğru ve yanlış düşünceler tablolarında sadece bilimin doğası unsuruna odaklanılmış, ışık ünitesi kazanımlarından sadece doğru düşünceleri ispatlama bölümünde faydalanılmıştır. Buna rağmen KDM cisimlerin renkli görülmesindeki alternatif kavramların giderilmesine katkı sağlarken bilimin doğası etkinliklerinde benzer durumun gerçekleşmemesi şöyle açıklanabilir: KDMnin dördüncü bölümünde yapılan deney/etkinliklerde/okuma parçasından yola çıkarak öğrenciler düşüncelerinin doğru veya yanlış olduğunu test edeceklerinden bu etkinliklere daha fazla önem vermiş olabilirler. KDM öğrenci ders veya çalışma kitabında yer almayıp dersin işlenişi sırasında dağıtılmaktadır. KDMnin dağıtılmasında, düşünceler yazıldıktan sonra toplanmasında öğrencilere görev verilmektedir. KDMnin öğrenciler için sınıfta yenilik ve hareketlilik yaratması da elde edilen bu sonuçların sebeplerinden biri olabilir. Benzer durum beyazın oluşumunda da dikkati çekmektedir. Beyazın oluşumu da cisimlerin renkli görülmesinde olduğu gibi bilimin doğası KDM ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinde benzer şekilde ele alınmıştır. Bilimin doğası KDM alternatif kavramların giderilmesine %58'lik katkı sağlarken etkinlikler yaklaşık olarak %30'luk öğrenci grubunun alternatif kavramlarını terk etmesini sağlamıştır. Cisimlerin siyah görülmesi bilimin doğası KDM ve etkinlikleri içerisinde yer almamaktadır. Siyahın oluşumu sadece yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeli içerisinde öğretilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan öğretim materyallerinde siyah ile ilgili uygulanan öğretimin paralelliği sonuçlara da yansımıştır. KDM grubunda olduğu gibi bilimin doğası etkinlikleri grubunda da öğretim sonrasında

alternatif kavramlarını terk eden öğrenciler %20'yi bulmamıştır. Bu iki grupta bilimin doğası KDM ve etkinlikleri gibi öğrenciler için yeni bir uygulama yapılmaktadır. KDM ve etkinliğin yer almadığı bölümler diğer bir ifade ile sadece 5E modeli ile konunun işlenmesi sıradan uygulamalar haline dönüşmektedir. Bu iki grupta cisimlerin siyah görülmesinin öğrencilerin alışageldikleri uygulamalar şeklinde ele alınması alternatif kavramlarını terk eden öğrencilerin son derece az olmasına yol açmış olabilir.

MEB kitabı cisimlerin renkli görülmesi ve siyahın oluşumu hakkındaki alternatif kavramların kalıcı bir şekilde giderilmesine %20–25 oranlarında katkı sağlamıştır. Ancak cisimlerin beyaz görülmesinde öğrencilerin zihinlerinde alternatif kavramlar oluşmasına yol açmış, bu durum kalıcı olmamıştır (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 62-s: 271). Mevcut ders kitaplarında renkler, siyah ve beyaz konuları 5E modeline uygun bir biçimde öğretilmektedir. Ders kitabında dikkat çekme amaçlı bölümler ve keşfettirici etkinlikler yer almaktadır. Derinleştirme ve değerlendirme ise ders kitabının yanı sıra çalışma kitabı etkinlikleriyle de desteklenmiştir. Bu durum siyahın oluşumu ve cisimlerin renkli görünmesindeki alternatif kavramların düzeltilmesine katkı sağlamış olabilir. Literatürde yapılan çalışmalarda yapılandırmacı öğrenme kuramının farklı uygulamalarının bazı alternatif kavramların giderilmesinde olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Akkuş vd., 2003; Demirci ve Sarıkaya, 2004; Havu-Nuutinen, 2005; Çalık vd., 2007; Akgün ve Aydın, 2009; Baumgartner ve Duncan, 2009; Çalık vd., 2009a; Çalık vd., 2009b). MEB kitap setiyle öğrenim gören grupta Newton renk çarkına benzer bir materyal yapıp, beyazın oluşumu gözlemlenmiş olmasına rağmen öğrenciler alternatif kavramlarını terk etmemişlerdir. Bu durum cisimlerin beyaz görünmesinin renkli ve siyah görünmesine göre biraz daha karmaşık diğer bir ifade ile cisimlerin yansıttığı ışığın renginde görüldüğü, beyaz ışığın bütün renkleri içerdiği gibi iki aşamalı düşünmeyi gerektiriyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Anderson ve Smith (1986) ve Greenwood ve Scribner-MacLean (1997) yaptıkları çalışmalarda renklerin öğrenilmesi zor bir konu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum öğrenci merkezli, deneye dayalı öğretimlerin bile alternatif kavramların giderilmesinde etkisiz kalabileceği şeklinde yorumlanabilir.

4.3.4. Mercekler ve Orman Yangınları ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Öğrencilerin kırık cam parçalarının ince kenarlı mercek gibi ışığı bir noktada toplayarak orman yangınlarına sebep olabileceği şeklinde açıklamalara sahip olup olmadıkları testin 8. sorusunda yoklanmaktadır. MEB kitap setiyle öğrenim göreceğ öğrencilerin %38'i bu konuda alternatif kavramlara sahipken, bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım öğretim materyallerini kullanacak grupta bu oran %57'ye ve kavramsal değişim pedagojisi grubunda %82'ye çıkmaktadır (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramlardan biri şöyledir: "Cam şişeler ışığın şiddetini arttırarak orman yangınlarına sebep olurlar." Zihinlerde böyle bir alternatif kavramın varlığı Yeşilyurt vd. (2005) ve Ünal-Çoban (2009) tarafından da rapor edilmiştir. Bazı öğrencilere göre ise: "Cam kırıkları ışığı yansıtır, ışığın yoğun olarak yansıdığı yerlerde ısı artışı olur ve yangın çıkar." Bu iki yanıtta da olayın sebebi bir noktada toplanan ışığın yoğunluğu ile açıklanmaktadır. Buradan hareketle cam kırıkları ve orman yangınları hakkındaki alternatif kavramların cam şişelerin ince kenarlı mercek özelliğinin veya ince kenarlı merceklerin ışığı bir noktada toplayarak kıldığıının bilinmemesinden kaynaklanıyor olabilir. Bazı öğrenciler ışığın cam parçalarını ısıttığını, ısınan cam parçalarının yanmaya başladığını ve alevlerin her yere yayıldığını düşünmektedirler. Bu alternatif kavram ışığın cam ortamındaki özellikleri hakkında bilgi eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir. İkinci bir sebep cam parçalarının ince kenarlı mercek özelliği gösterdiğinin ve düz cam ile mercekler arasındaki farkın bilinmemesi olabilir.

Kavramsal değişim pedagojisi bu konudaki alternatif kavramların %58 oranında giderilmesini sağlamıştır ve bu başarı iki ay sonrasında da büyük oranda korunmuştur (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 60-s: 269). Elde edilen bu sonuç iki gerekçeyle açıklanabilir. Bunlardan ilki bu konudaki alternatif kavramların üstesinden gelmek amacıyla öğrenci ders kitabında bir gazete haberi ve bu haber ile ilgili sorulardır. Ancak MEB kitabının kullanıldığı gruptan elde edilen sonuçlar öğrencilerin alternatif kavramlarını terk etmesinde temel sebebin bu olamayacağını göstermektedir. Çünkü MEB kitabında cam şişelerin ince kenarlı mercek gibi ışığı bir noktada toplayarak yangınlara sebep olabileceği bir deney ile keşfedilmektedir. Ayrıca cam kırıklarından kaynaklanan orman yangınlarının sebep olduğu çevre felaketlerini anlatan bir yazı bulunmaktadır. Bu gruptaki öğrencilerin ön, son ve gecikmiş testte alternatif kavramlarını terk etmemeleri dikkat çekici olmuştur (Tablo 57-s: 265 ve Tablo 62-s: 271). Bu durum iki

sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan ilki deneyin yapılışı sırasında kağıt üzerindeki sıcaklık artışının objektif olarak ölçülememiş ve birçok öğrenci tarafından hissedilememiş olmasından kaynaklanıyor olabilir. Diğer bir sebep ise verilen okuma metni olabilir. Çünkü alternatif kavramların giderilmesinde düz metinlerin çok fazla etkili olmadığı literatürde de açıkça ifade edilmektedir (Roth, 1985; Guzzetti, 2000; Gregg vd., 2001). Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisi grubunda çok büyük bir öğrenci grubunun bu konudaki alternatif kavramlarını terk etmelerindeki asıl etkinin Olay Yeri İnceleme KDMden kaynaklandığı söylenebilir. Bu KDMde ele alınan bilimin doğası unsurları ile ilgili öğrencilerin deneyimler yaşaması cam kırıkları ve orman yangınları üzerinden sağlanmıştır. KDMnin doğru düşüncelere inandırma bölümünde öğrenciler olay yeri inceleme ekibinin bir üyesi gibi çalışarak orman yangınına sebep olabilecek bütün ihtimalleri gözden geçirmişlerdir. Öğrenciler olası sebebin cam şişeler olabileceğini söylediklerinde öğretmen cam şişelerin hangi özelliğinin orman yangınlarına sebep olabileceği üzerinde özellikle durmuştur. Öğrencilerin katılımı ile çizimler yapılarak doğru açıklamalar yapılmıştır. Bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda gerçekleştirilen uygulamalar alternatif kavramların giderilmesine %22'lik katkı sağlamıştır ve bu katkı uzun süreli olmuştur (Tablo 57-s: 265, Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 61-s: 270). Bu grupta cam şişeler ve orman yangınları kavramsal değişim pedagojisi grubu ile benzer şekilde ele alınmıştır. Olay Yeri İnceleme KDM bu grupta bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliği şeklinde uygulanmıştır. Her iki grupta ışık hakkındaki bu alternatif kavramlara yönelik özdeş uygulamalar yapılmasına rağmen kavramsal değişim pedagojisi grubunda alternatif kavramlara sahip öğrencilerde çok daha büyük gerileme yaşanması birkaç sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan ilki cisimlerin renkli ve beyaz görülmesinde olduğu gibi KDMde öğrencilerin, KDMnin ilk bölümüne verdikleri cevapların diğer bir ifade ile ön bilgilerinin doğru veya yanlışlığını kontrol etme durumunda olmaları, KDMnin dağıtılması, toplanması vb. ile sınıfa hareketlilik getirmesi olabilir. Bu durum kavramsal değişim pedagojisi grubunda ön testte sınıfın %82 gibi çok büyük bir bölümünün alternatif kavramlara sahipken, doğrudan yansıtıcı grupta bu oranın %50 olmasıyla da açıklanabilir. Diğer bir ifade ile çok daha geniş bir öğrenci grubu alternatif kavramlara sahip olduğundan öğretim sonrasında daha çok öğrencinin düşüncelerini değiştirme yoluna gitmesi normal bir durumdur. Test genelinde alternatif kavramlarda en büyük düşüşlerin yaşandığı noktalardan biri cam şişelerin orman yangınlarına sebep olmasıdır. Bu durumun temel sebebi yukarıda söz

edildiği gibi bu konudaki alternatif kavramların daha çok bilgi eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir. Kavramsal değişim pedagojisi grubunda bilgi eksikliğini tamamlayan büyük kesim alternatif kavramlarını değiştirme yoluna gitmiş olabilir. Diğer bir ifade ile öğrencilerin bilgi eksikliğinden kaynaklanan alternatif kavramların değişime daha az direnç gösterdiği söylenebilir.

4.3.5. Denizlerin ve Gökyüzünün Mavi Görünmesi ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Testin 9. sorusu denizlerin niçin mavi görüldüğü konusundaki düşünceleri ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu konuda grupların her üçünde de öğrencilerin %70'i veya daha fazlası alternatif kavramlara sahiptir (Tablo 57-s: 265, Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Öğrencilerin çoğu denizlerin mavi görünmesini, gökyüzün mavisinin denizlere çarparak gözümüze şeklinde açıklamaktadırlar. Bu alternatif kavram okyanuslar hakkında yaygın alternatif kavramların listelendiği çalışmalarda da rapor edilmiştir (Feller, 2007; Fries-Gaither, 2009). Öğrenciler gökyüzünün kendi bulundukları noktaya göre yukarıda olması ve Dünya'yı tamamen kaplaması nedeniyle yani gökyüzünün kendi algıladıkları özelliklerine bağlı olarak böyle bir düşünce geliştirmiş olabilirler. Bazı öğrenciler deniz suyunu oluşturan moleküllerin mavi renkli olduğu bu nedenle denizlerin mavi görüldüğünü savunmaktadır. Bu alternatif kavram renklerin cisimlerin özelliği olduğu, denizlerin ışığın mavi tonlarını daha çok soğurduğu için mavi görüldüğü cevabı ise cisimlerin soğurduğu ışığın renginde görüldüğü şeklinde bilimsel olarak doğru olmayan düşüncelerin birer yansıması olarak yorumlanabilir. Gökyüzünün mavi görünmesi ise 10. soruda ele alınmıştır. Bu soruda bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kavramsal değişim pedagojisi öğretim materyallerini kullanacak gruplarda öğrencilerin yarıdan fazlası alternatif kavramlara sahiptirler. MEB kitabını kullanacak grubun ise %43'ü bu soruya alternatif kavramlar içeren ifadeler ile yanıt vermişlerdir (Tablo 57-s: 265, Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Öğrencilerin bazıları bulutların mavi olması veya havayı oluşturan azot, oksijen ve karbondioksit gazlarının mavi rengi oluşturmamasından dolayı gökyüzünün mavi olduğuna inanmaktadırlar. Bu yanıtlar renklerin cisimlerin özelliği olduğu düşüncesinin yansıması olarak yorumlanabilir. Bazı öğrenciler ise: "Denizlerin mavisinin atmosfere yansımasıyla gökyüzü mavi olur." düşüncesindedirler. Bu alternatif kavram MEB (2006) ve Ünal-Çoban (2009) tarafından da

rapor edilmiştir. Denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesinin birbirine bağlı olarak açıklanması kişinin günlük yaşantısındaki gözlemlerinden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü öğrenciler genellikle gün doğumu ve gün batımı sırasında, açık havada gökyüzü ve denizlerin birbirine benzer renklerde olduğunu gözlemlemektedirler.

Işık ünitesinin öğretimi sırasında gökyüzünün ve denizlerin mavi görünmesi birlikte ele alınmıştır. Bu konular bilimin doğası KDM ve etkinliklerinde yer almamaktadır. Her iki grupta da denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesi yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline göre ele alınmıştır. Öğrenci ders ve çalışma kitabında planlanan uygulamalar tamamlandığında, bu konulardaki alternatif kavramlar tahtaya yazılmış, üzerinde tartışmalar yapılmıştır. Öğrencilerden kavram panosunda sergilenmek üzere ürünler yapmaları istenmiştir. Kavramsal değişim pedagojisi grubunda denizlerin mavi görünmesi hakkında alternatif kavramlar %20, gökyüzünün mavi görünmesinde ise yaklaşık olarak %50 oranında azaltmıştır. Bu olumlu etkiler kalıcı olmuştur (Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 60-s: 269). Doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda ise alternatif kavramlara sahip öğrencilerde denizlerin mavi görünmesinde %10, gökyüzünün mavi görünmesinde ise yaklaşık olarak %40'lık gerileme gerçekleşmiştir (Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 61-s: 270). Buradan hareketle hazırlanan her iki öğretim materyalinin de özellikle gökyüzünün niçin mavi görüldüğüne ilişkin alternatif kavramları gidermeye katkı sağladığı söylenebilir. Her iki grupta özdeş uygulamalar yapılmış olmasına rağmen kavramsal değişim pedagojisi grubunda alternatif kavramlarda daha büyük düşüşler yaşanması ise Işık Ünitesi Kavram Panosu'ndan kaynaklanıyor olabilir. Kavramsal değişim pedagojisi grubunda bu deniz ve gökyüzünün mavi görünmesi hakkında görsel materyaller ile desteklenmiş iki adet şiir hazırlanmıştır. Bu şiirler sınıfta okunduklarında öğrencilerin dikkatini çekmeye başarmıştır. Diğer grupta ise sadece bir poster yapılmıştır. MEB kitabıyla öğrenim gören grupta denizlerin niçin mavi görüldüğünü alternatif kavramlar ile açıklayan öğrencilerin oranında kayda değer değişiklikler olmamıştır. MEB kitabı öğrencilerin %20'sinin gökyüzünün mavi görünmesi ile ilgili alternatif kavramlarını kalıcı bir şekilde terk etmesini sağlamıştır (Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268 ve Tablo 62-s: 271). MEB kitabının denizlerin mavi görünmesinde alternatif kavramların giderilmesine katkı sağlamaması, gökyüzünün mavi görünmesi konusunda ise diğer öğretim materyallerine çok daha az katkı sağlamasının temel sebebi kitaplarda bu konun ele alınış biçimi olabilir. MEB kitabında ünitenin her bir alt bölümünün tamamı 5E modeli içerisine oturtulmuştur. Örneğin gökyüzü ve denizlerin

mavi görünmesi ünitenin ikinci alt bölümünde yer almaktadır. İkinci bölümde yer alan beş kazanımın tamamı 5E modelinin basamaklarına dağıtılmıştır. Denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesi ikinci bölümde derinleştirme basamağında yer almaktadır. Öğrenci ders kitabında “Neden Mavi” başlığı altında, önce gökyüzünün daha sonra denizlerin niçin mavi görüldüğü anlatılmaktadır. Öğrenci çalışma kitabında bir etkinlikte de öğrencilerin ders kitabında verilen bu açıklamayı bırakılan boşluğa yazmaları istenmektedir. Bu açıklamalar MEB kitabında denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesinin geleneksel ders kitaplarında olduğu gibi sunuş yoluyla yapıldığı söylenebilir. Burada dikkati çeken bir başka nokta ise denizlerin niçin mavi görüldüğü ile ilgili alternatif kavramların giderilmesinin gökyüzünün mavi görünmesi ile ilgili alternatif kavramlara göre daha güç olmasıdır. Sınıf gözlemlerinde tespit edilen “Gökyüzü yukarıda denizler ise aşağıda bu nedenle denizin renginin gökyüzüne yansması mantıklı değildir. Ancak gökyüzünün rengi denizlere yansıyabilir.” şeklindeki ifadelerin son testte de kullanılması öğrencilerin bu konudaki alternatif kavramları yukarı-aşağı, büyük-küçük vb. ilişkilerden yola çıkarak oluşturdukları şeklinde yorumlanabilir. Öğrencilerin bu düşünceleri algıladıkları özellikler ve bu özellikler arasında bazı ilişkiler kurarak geliştirdiklerinden doğruluklarına kuvvetle inandıkları ve onları kolaylıkla terk etmedikleri söylenebilir.

4.3.6. Işığın Kırılması ve Tam Yansıma ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Testteki 11. soru ışığın kırılmasını konu edinmektedir. Öğretim öncesinde grupların her birinde ışığın kırılması hakkında alternatif kavramlara sahip öğrenciler oldukça fazladır. Örneğin kavramsal değişim pedagojisi grubu öğrencilerinin %73’ü, doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik grubunun %57’si, MEB kitabını kullanacak grubun ise %48’i ışığın kırılması ile ilgili alternatif kavramlara sahiplerdir (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin çoğu kırılmayı bir engele çarpan ışık ışınlarının miktarının artması olarak tanımlamaktadır. Öğrencilerin zihinlerinde böyle bir alternatif kavramın oluşması günlük yaşamda kırılma olayında cismin parçalara bölünüyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Başka bir ifade ile günlük yaşamdaki kırılmanın özelliklerinin optik alanındaki kırılmadan farklı olması öğrencilerde bilimsel olmayan düşüncelerin gelişmesine yol açmış olabilir. Öğrencilerin “Bir cam bardak kırıldığında cisim parçalara ayrılır. Işıktaki kırıldığında daha fazla parçaya ayrılmış olmalıdır.” şeklindeki yanıtları bu düşünceleri destekler niteliktedir. Bazı öğrenciler

Galili ve Hazan (2000) ve DPUD (2005) dile getirildiği gibi ışığın eğilmesini kırılma olarak adlandırmaktadırlar. Bu alternatif kavram öğrencilerin kırılma kavramını ışığın nasıl hareket ettiğinden yola çıkarak tanımlamalarından kaynaklanıyor olabilir. Bu düşünceye göre ışık doğrusal olarak yayılır eğer eğiliyor ise kırılmış olur. Bazı öğrenciler ışığın bir engele veya opak bir maddeye çarparak yön değiştirmesini kırılma olarak tanımlamaktadırlar. Başka bir ifade ile yansımanın kırılma olduğu şeklinde açıklamalar yapmışlardır. Tortop vd. (2007) yaptıkları çalışmada yansımanın ışığın su gibi ortamlara girerek yön değiştirmesi olarak tanımlandığını tespit etmişlerdir. İlköğretim 7. sınıf öğrencileri yansıma kavramı hakkında ön bilgilere sahiptirler. Ancak kırılma kavramıyla bu öğrenim kademesinde ilk defa karşılaşacaklardır. Buradan hareketle öğrencilerin yansıma olayını tam olarak kavrayamamış olmalarının kırılma hakkında alternatif kavramların oluşmasına yol açtığı söylenebilir.

Işık ünitesinin tamamlanmasından sonra bilimin doğası öğretiminde kavramsal değişim pedagojisinin uygulandığı sınıfta alternatif kavramlara sahip öğrenciler %26 oranında azalmıştır. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle zenginleştirilen kitap setinde bu oran %32'i, MEB kitap setini kullanan grupta ise %22 olarak tespit edilmiştir, Grupların hepsinde tespit edilen bu değişimler kalıcı olmuştur (Tablo 58-s: 267, Tablo 59-s: 268, Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Işığın kırılması bilimin doğası KDM ve etkinliklerinde ele alınmamıştır. Ünitenin bu kazanımlarının öğretimi sadece 5E modeline göre gerçekleştirilmiştir. MEB kitabında da ışığın kırılması ile ilgili kazanımların 5E modeline uyumlu bir şekilde ele alındığı dikkati çekmektedir. Üç grupta da alternatif kavramlardaki azalmanın birbirine paralel olması, meydana gelen değişimin yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modelinden kaynaklandığının göstergesi olabilir.

Testin 12. sorusu ise tam yansımayı konu edinmektedir. Her bir gruptaki öğrencilerin yarıdan fazlası (Deney 1 grubu %64, Deney 2 grubu %52, Kontrol grubu %76) tam yansıma hakkında alternatif kavramlara sahiptirler. Öğrencilerin çoğu düzlem aynadaki yansımayı tam yansıma olarak düşünmektedirler. Bu alternatif kavram tam ve yansıma kavramlarının ayrı ayrı düşünülüp iki kavramın çağrıştırdıklarının birleştirilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Şöyle ki tam yansımadaki tam kelimesini gelme ve yansıma açılarının eşit olması olarak zihinde canlandırılmış, yansımanın ise bir engele çarpıp yön ve doğrultu değiştirerek aynı ortama geri dönmek olduğu bilgisi eklenerek yeni bir alternatif kavram meydana getirilmiş olabilir. Öğrencilerin bazıları ise ışığın dik açı ile bir

saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçişini tam yansıma olarak adlandırmaktadırlar. Bu alternatif kavram öğrencilerin tam yansımadaki tam kavramını dik açı olarak algılamalarından kaynaklanıyor olabilir.

Her üç grupta da tam yansıma ile ilişkili alternatif kavramlarda yaklaşık olarak %10'u geçmeyen değişiklikler yaşanmıştır (Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Başka bir ifadeyle çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların tam yansıma ile ilişkili alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğunu söylemek mümkün değildir. Bilimin doğası KDM ve etkinliklerinde tam yansıma olayı ele alınmamıştır. Diğer bir ifadeyle ünitenin tam yansıma ile ilgili bölümünde kavramsal değişim öncelikli amaç durumunda değildir. Tam yansıma olayı MEB kitabında olduğu gibi sadece 5E modeli ile öğretilmeye çalışılmıştır. Ancak bu iki gruptaki uygulama MEB kitabıyla tamamen aynı da değildir. MEB kitabıyla öğrenim gören gruptan farklı olarak açıklama basamağında PowerPoint sunum kullanılmıştır. Bu sunumda farklı gelme açılarındaki ışık ışınlarının çok yoğun ortamdan az yoğun ortama veya az yoğun ortamdan çok yoğun ortama nasıl geçtiği izlenmektedir. Ancak %10'luk değişim bu sunumun alternatif kavramların giderilmesinde etkili olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Tam yansıma ile ilgili alternatif kavramların giderilememesinde en önemli sebep, keşfetme basamağındaki etkinliklerin başarıyla sonuçlanmamasından başka bir ifadeyle tam yansıma olayının öğrencilerin çoğu tarafından net olarak gözlemlenememiş olmasından kaynaklanıyor olabilir.

4.3.7. Görme Olayı ile İlgili Alternatif Kavramların ve Üç Farklı Uygulamanın Bu Kavramlar Üzerine Etkilerinin Tartışılması

Testin son üç sorusu insanların cisimleri görmesi ile ilgilidir. 13. soru ışık kaynağı olmayan bir cismin (örneğin kitap, ağaç, kuş gibi) görülebilmesinde ışık, göz ve cisim arasındaki bağlantıların doğru bir şekilde kurulup kurulmadığını gözden geçirmektedir. Kavramsal değişim pedagojisi grubunda öğrencilerin yarısı görme olayını doğru bir şekilde açıklayamamıştır. Bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile öğretileceği grupta bu oran %38, diğer grupta ise %29'dur (Tablo 57-s: 265). 6. sınıf Işık ünitesinde ışığın yansıması ve görme olayı ele alınmasına rağmen öğrencilerin zihinlerinde çeşitli alternatif kavramlar mevcuttur. Öğrencilerin bazıları görmek için bakmanın yeterli olduğunu düşünmektedirler. Bu alternatif kavram literatürde bazı araştırmacılar tarafında da rapor edilmiştir (Hapkeiwicz, 1992; Wagner, 2008). Bu alternatif kavram görme

olayının çok hızlı gerçekleşiyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü öğrenciler bir noktaya baktıkları anda orayı görebilmektedirler. Bu kadar kısa süre içerisinde kaynaktan çıkan ışık ışınlarının cisme, cisimden göze ulaşması inanılması güç bir durum olabilir. Bazı öğrenciler ise görmek için cisme ışık gelmesi gerektiğini fark etmişler ancak ışık ile göz arasındaki ilişkiyi kuramamışlardır. Bu düşüncelerini şöyle açıklamışlardır: “Işık cisme çarpar, cisim parlar, kişinin dikkatini çeker ve kişi cismi görür.” Bu alternatif kavram literatürde Hapkeiwicz (1992), Pompea vd. (2007) ve Wagner (2008) tarafından da ifade edilmiştir. Bu alternatif kavram görme olayında ışık kaynağı, cisim ve göz arasındaki ışık ışınlarının etkileşiminin somut fark edilemiyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca bu etkileşimi fark edecek kişinin de zaten olayın bir parçası olması alternatif kavramın oluşmasındaki diğer bir etmen olabilir. Sık karşılaşılan alternatif kavramların bir diğerinde ise öğrenciler ışık kaynağından çıkan ışınların cisme ve aynı zamanda göze gelmesi ile görme olayının gerçekleştiğini savunmaktadırlar. Bu açıklama görme olayı değil genel aydınlanma durumudur. Bu düşüncede öğrenciler bir kaynaktan yayılan ışınların aynı ortamda her yöne doğrusal yayıldığını anladıklarını fakat bütün cisimlerin ışığı yansıttığını kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu durum günlük yaşantıda ayna, fayans, cilalı tahta gibi cisimlerde yansımanın net olarak gözlemlenirken mat yüzeylerdeki yansımanın çok fazla gözlemlenemiyor olmasından, ayrıca 6. sınıf Işık konusunda düzgün ve dağınık yansıma konularında ayna, durgun su, alüminyum folyo gibi yüzeylerdeki yansımalar üzerinde durulmasından kaynaklanıyor olabilir. Bazı öğrenciler ise gözden çıkan ışınların cisme ulaşmasıyla görme olayının gerçekleştiğini düşünmektedirler. Bir başka ilginç düşünce ise cisimden yansıyan ışınlar ile gözden çıkan ışınların cisim üzerinde birleşmesiyle cisimlerin görülebildiğidir. Her iki alternatif kavramında ışık kaynağı olan ve olmayan cisimlerin tam olarak kavranamamış olmasından diğer bir ifade ile gözün ışık kaynağı olarak algılanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrencilerde bu alternatif kavramların mevcut olduğu rapor edilmiştir (Anderson ve Smith, 1986; Eaton vd., 1986; Fetherstonhaugh, 1990; Boyes ve Stanisstreet, 1991; Cavell ve Jones, 1995; Büyükkasap ve Samancı, 1998; Galili ve Lavrik, 1998; Toh ve Boo, 1999; Galili ve Hazan 2000; Yıldız 2000; Büyükkasap vd., 2001; Gregg, 2001; Warwick ve Stephenson, 2002; Yeşilyurt vd., 2005; Chang vd., 2007; Kaçan, 2008; Şahin vd., 2008; Blizak vd., 2009). Testteki 14. soru ışık kaynağı olan cisimlerin nasıl görüldüğü ile ilgilidir. Bu soruda ışık kaynağı olan cisimlerin görülebilmesi için başka bir ışık kaynağına ihtiyaç olmadığı, bu cisimlerden yayılan ışık ışınlarının gözümüze gelmesinin

yeterli olduğu şeklinde cevaplar beklenmektedir. Öğretim uygulamalarından önce sınıfların her birinde öğrencilerin yarısı veya daha fazlası böyle bir açıklama yapamamışlardır (Tablo 57-s: 265). Öğrencilerin ışık kaynağı olan cisimlerin görülmesini açıklamada başarılı olamadıkları yapılan bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Boyes ve Stanisstreet, 1991; Langley vd., 1997). Öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesindeki alternatif kavramlarını burada da devam ettirdikleri tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerin yapay ışık kaynaklarını tanımiyor olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bazı öğrencilerin ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesindeki soru numarasını yazarak bu soruda olduğu gibi şeklinde ifadeler kullanmaları bu görüşü destekler niteliktedir. Oysaki Fen ve Teknoloji öğretim programlarına göre öğrenciler ışık kaynağı olan ve olmayan cisimler hakkında ön bilgilere sahip olmaları gerekmektedir.

Kavramsal değişim pedagojisi grubunda ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesi ile ilgili alternatif kavramlara sahip öğrenciler ünite tamamlandığında %22 azalmıştır (Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Bu sonuçlar bilimin doğası Nasıl Görürüz? KDMninden kaynaklanıyor olabilir. Bu KDMninde öğrencilerin bilimsel bilgilerin zamanla değişebilir olduğuna inandırılması görme olayı üzerinden ele alınmıştır. KDMnin bu bölümünde eski dönemlerde görme olayının gözden çıkan ışınların cisme ulaşması şeklinde açıklandığına, daha sonraları bu açıklamanın yanlış olduğunun ispatlandığına ve günümüzde kabul edilen açıklamaların neler olduğuna yer verilmiştir. Sonuca Varalım bölümünde bilimin doğasının geçici unsuru ile ilgili tartışmaların yanı sıra, öğrenciler verilen şekil üzerinde görme olayının nasıl gerçekleştiğini açıklamışlardır. Bu uygulamalar öğrencileri alternatif kavramlarını terk etmeye yöneltmiş olabilir. Bilimin doğasını doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğrenen grupta görme olayının nasıl gerçekleştiği KDMnin Sonuca Varalım bölümünde olduğu gibi verilen şekil üzerinde çizimler yapılarak açıklanmıştır. Ancak bu grupta alternatif kavramlarda ki azalma sadece %13'dür (Tablo 61-s: 270). Bu bağlamda kavramsal değişim pedagojisi grubundaki öğrencileri alternatif kavramlarını terk etmesindeki asıl sebebin KDMninde öğrencilerin doğru düşüncelere ikna edildikleri bölümde, görme olayı ile ilgili alternatif kavramların ele alınmış olması ve bunların yanlışlığının açıklanmış olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Öğretim programlarında mercekler konusunun Vücudumuzdaki Sistemler ünitesinde göz ile ilişkilendirilmesi yönünde açıklama bulunmaktadır. MEB kitabında göz ile ilişkilendirme sadece hipermetropluk ve miyoplukta göze gelen ışınların ağ tabaka da nereye düştüğü ve bu kusurların giderilmesinde hangi tür merceklerin kullanıldığı üzerinde durulmaktadır.

Işık ışınlarının göze gelişine değinilmemektedir. Buna paralel olarak MEB kitabı grubunda alternatif kavramlara sahip öğrencilerde kayda değer bir değişim meydana gelmemiştir (Tablo 62-s: 271). Her üç grupta da ünitenin tamamlanmasından iki ay sonra küçük oranlarda gerilemeler yaşanması dikkat çekici olmuştur (Tablo 60-s: 269, Tablo 61-s: 270 ve Tablo 62-s: 271). Bu durum öğrencilerin orta öğretime geçiş sınavları için aldıkları okul dışı destekten kaynaklanıyor olabilir. Işık kaynağı olan cisimlerin görülmesinde bilimin doğası KDM öğrencilerin %13'nün alternatif kavramlarını kalıcı bir şekilde terk etmesini sağlamıştır (Tablo 60-s: 269). Nasıl Görürüz? KDMninde ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesine benzer şekilde hem öğrencileri doğru düşünceye inandırma hem de Sonuca Varalım bölümünde bu konu ele alınmıştır. Buna rağmen meydana gelen değişimin son derece sınırlı olmasının sebeplerinden biri öğrencilerin ışık kaynağı olan ve olmayan cisimleri ayırt etmede güçlük çekmesi olabilir. Son test ve gecikmiş testte bilgisayarın zaten bir ışık kaynağı olduğu şeklinde ifadeler kullananların oldukça az olması bu görüşü destekler niteliktedir. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda ise ışık kaynağı olan cisimlerin görülmesi ile ilgili alternatif kavramlarda son testte bir değişiklik olmazken gecikmiş testte yaklaşık %10 gibi küçük bir gerileme meydana gelmiştir (Tablo 61-s: 270). Bu durum ancak okul dışı etmenler ile açıklanabilir. MEB kitabı ışık kaynağı olan cisimlerin görülmesinde öğrencilerde öğrencilerin %15'nde alternatif kavramlar oluşmasına yol açmıştır (Tablo 62-s: 271). MEB kitabında ışık kaynağı olmayan cisimlerin görülmesi hiçbir şekilde ele alınmadığı halde alternatif kavramlardaki artış öğrencilerin eksik ve hatalı ön bilgileri ile açıklanabilir.

Testin son sorusu görme olayının gerçekleşmesinde ışığa olan ihtiyacı sorgulamaktadır. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım öğretim materyali ile öğrenim görececek öğrencilerin çok büyük bir bölümü tamamen karanlık bir ortamda görme olayının gerçekleşmeyeceği şeklinde bilimsel kavramlara sahiplerdir. Bu gruptaki öğrencilerin sadece %14'ü bu konuda alternatif kavramlara sahiptir (Tablo 57-s: 265 ve Tablo 61-s: 270). Diğer iki grupta ise bu oran %50'dir (Tablo 57-s: 265, Tablo 60-s: 269 ve Tablo 62-s: 271). Öğrenciler bilimsel olmayan düşüncelerini gözün yapısı veya cisme bağlı olarak açıklamaktadırlar. Göze bağlı olarak yapılan açıklamalarda iki durum karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki karanlık ortamda 5–10 kaldıktan sonra cisimlerin görülmeye başlanacağı şeklindedir. Öğrencilerin ileri sürdükleri bu açıklamalar daha önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Boyes ve Stanisstreet, 1991; Greenwood ve Scribner-MacLean, 1997). Bu alternatif kavramın oluşmasında temel sebep günlük yaşam

deneyimleri olabilir. Çünkü günlük yaşamda tamamen karanlık bir ortamda bulunmak neredeyse imkansızdır. Dolayısıyla öğrenciler karanlık ortamı az ışıklı ortam olarak algılamaktadırlar. Aydınlıktan karanlığa öğrencilerin düşüncesine göre az ışıklı ortama geçildiğinde bir müddet sonra gözün ortama alışarak cisimlerin görülebileceğini inanmaktadırlar. Bazı öğrenciler ise karanlık ortamda ilk 5–10 dakika cisimlerin görülebileceğini ileri sürmektedirler. Öğrencilerin aydınlık bir ortamdan karanlık ortama geçişte gözlerde aydınlığın etkisinin bir müddet daha devam edeceği şeklindeki açıklamalarına bağlı olarak, bu alternatif kavramın öğrencilerin göz hakkındaki yanlış bilgilerinden (örneğin gözlerin ışığı depoladığı şeklinde) kaynaklandığı söylenebilir. Cisme bağlı alternatif kavramlardan ilki şöyledir: Karanlık bir ortamda renkler parlar ve özellikle açık renkli cisimler görülebilir. Şahin vd. (2008), Pektaş vd. (2009) ve Ünal-Çoban (2009) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin beyaz veya açık renkli cisimlerin karanlıkta görülebileceğini düşündüklerini tespit etmişlerdir. Bu alternatif kavramın sebebi günlük yaşam deneyimleri olabilir. Daha öncede söz edildiği gibi karanlık ortam genellikle az ışıklı ortam olarak algılanmaktadır. Açık renkli cisimler ışığı daha çok yansıtıkları için az ışıklı ortamda daha kolaylıkla görülebilmektedirler. Bu gözlem öğrencilerde alternatif kavramların oluşmasına yol açmış olabilir.

Kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım gruplarında görme için ışığa ihtiyaç olduğu benzer şekilde ele alınmıştır. Işığı Tanıyalım KDM/etkinliğinde ilköğretim 7. sınıf düzeyinde ışık hakkında edinilen bilgiler basitten karmaşığa doğru, soru cevap şeklinde öğrencilerin katılımıyla özetlenmektedir. Bu KDM/etkilikte öğrencilere iki ortam verilmiştir. Bu ortamlarda görme olayının gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini sebepleri ile birlikte açıklamaları istenmiştir. Her iki sınıfta da öğrencilerin çoğu karanlıkta görme olayı gerçekleşmez, görme olayı için ışığa ihtiyaç vardır şeklinde cevaplar vermişlerdir. Buna rağmen bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleriyle öğrenim gören grupta alternatif kavramlara sahip öğrencilerde %20’lik artış meydana gelmiştir. Öğrencilerin benimsedikleri alternatif kavramlar kalıcı olmuştur (Tablo 61-s: 270). Kavramsal değişim pedagojisi grubunda ise hemen hemen hiç bir öğrenci alternatif kavramlarını terk etmemiştir (Tablo 60-s: 269). Bu durumun sebeplerinden biri Işığı Tanıyalım KDM/etkinliğinde öğrencilerin bilimin doğası unsuruna odaklanmaları olabilir. Diğer bir sebep ise bu KDM/etkinlikte soğurulma, yansıma, kırılma gibi ışığın birkaç özelliği ele alınmaktadır. Öğrenciler için ışık ve görme arasındaki ilişki dikkat çekici bir nokta olmamış olabilir. Başka bir sebep ise öğrencilerin karanlık ortamda görme olayının

gerçekleşeceği şeklindeki alternatif kavramlarını günlük yaşam deneyimleri ile oluşturmaları, bunları terk etmeleri için de tamamen karanlık bir ortamı bizzat yaşamaya ihtiyaç duymaları olabilir. MEB kitabı karanlıkta görme olayı için ışığa ihtiyaç olmadığı şeklinde alternatif kavramlara sahip öğrencilerin %15 oranında artmasına yol açmıştır. Ancak bu artış kalıcı olmamıştır (Tablo 62-s: 271). MEB kitabında yukarıda söz edildiği gibi görme olayının gerçekleşmesi ışık ışınlarının göze gelmesinden sonraki aşamaları üzerinde durulmaktadır. Başka bir ifade ışığa olan ihtiyaç, ışık ışınlarının göze gelmesi üzerinde durulmamaktadır. Bu bağlamda bu grupta alternatif kavramlarda gerileme yaşanmamış olması şaşırtıcı bir sonuç olmamıştır.

4.4. Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Tartışma

Akademik başarı eğitim alanında en çok önemsenen bileşenlerden biridir. Özellikle ülkemizde olduğu gibi sınav odaklı eğitim sistemlerinde uygulamaların temelini akademik başarıyı arttırmanın oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Bilimin doğasının anlaşılmasının öğrencilerin feni öğrenmesini kolaylaştıracağı ileri sürülmektedir (Driver vd., 1996). Bununla birlikte Lederman (2006) bilimin doğasını anlamanın fen başarısını arttırıp arttırmadığının cevaplanmamış bir soru olduğunu, bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle çalışmanın dördüncü alt amacı; Üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkilerini incelemek ve bu etkilerin kalıcılığını takip etmektir.

Ön testten elde edilen bulgulara göre; Işık ünitesine başlamadan önce her üç gruptaki öğrencilerin, ünite boyunca ele alınacak konularda sahip oldukları ön bilgiler birbirine oldukça yakındır (Tablo 64-s: 275). Ünitenin öğretimi tamamlandıktan sonra da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır (Tablo 65-s: 276). Ünitenin tamamlanmasından iki ay sonra uygulanan gecikmiş testte de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 66-s: 276). Bu bağlamda fen dersleri içerisinde bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kavramsal değişim pedagojisiyle öğretilmesinin akademik başarıyı etkilemediği diğer fen bir ifade ile konu alanının öğrenilmesine ekstra katkılar sağlamadığı bununla birlikte konunun öğrenilmesine engel de olmadığı söylenebilir. Bilimin doğası öğretiminde tarihsel yaklaşımın kullanıldığı bazı çalışmalarda da uygulamaların fen konu alanını öğrenmeye katkı sağlamadığı tespit edilmiştir (Irwin, 2000; Şeker ve Welsh, 2006). Bazı çalışmalarda ise bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı

yaklaşım etkinlikleriyle öğretilmesinin konunun öğrenilmesine engel olabildiği sonucuna varılmıştır (Örneğin Ayvacı, 2007). Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik ve KDMnin ışık konusunun öğrenilmesine engel olmamasının temel sebebi; tamamen ışık ünitesi kazanımları ile paralel olarak hazırlanmış olmaları ve Sonuca Varalım bölümlerinde genellikle hem bilimin doğası hem de ışık ünitesi kazanımları üzerinde durulması olabilir. Her üç grupta akademik başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmaması ise bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlik ve KDMnin öncelikli amacının bilimin doğası unsurları olması ile açıklanabilir. Diğer bir ifade ile KDMnde öğrencilerin ele alınan bilimin doğası unsuru ile ilgili yeterli görüşlere inandırılmaları, etkinliklerde ise o unsura ilişkin deneyimler yaşamaları ışık kazanımları üzerinden sağlanmaya çalışılmıştır.

Bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenen grup öğretim sonrasında bilimin doğasının birçok unsurunda yeterli görüşler benimsemiş olmalarına rağmen akademik başarı açısından diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edememişlerdir. MEB kitap setinin kullanıldığı sınıfta öğrenciler bilimin doğasının bütün unsurlarında daha çok zayıf veya değişken görüşler benimsemiş olmalarına rağmen başarı testinde diğer grupların çok gerisinde kalmamışlardır. Bu sonuç bilimin doğasını anlayan öğrencilerin bilgileri daha uzun süre hatırladıkları (Tsai, 1998) ve bilimin doğasında çağdaş bakış açısına sahip olmayanların bilgiyi ezberleme eğiliminde oldukları (Lin vd., 2004) şeklindeki sonuçlar ile benzerlik göstermemektedir. Buradan hareketle bilimin doğasını öğrenme ile fen başarısı arasında kuvvetli bir ilişkinin olmadığı şeklinde bir yorum yapılabilir. Bu durum öğrencilerin özellikle spesifik bir fen konusunda ve çoktan seçmeli başarı testlerini bilimin doğası üzerine fikirler yürütmeden sadece fen konu alanını düşünerek cevaplandırmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Her bir grubun akademik başarısının süreç boyunca nasıl bir değişim gösterdiği incelendiğinde ön test ve son test arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir (Tablo 67-s: 278, Tablo 70-s: 280 ve Tablo 73-s: 281). Buradan hareketle üç farklı uygulamanın her birinin akademik başarı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir. Her bir grupta son test ve gecikmiş test arasında anlamlı farklılığın bulunmazken, ön test ile gecikmiş test arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır (Tablo 68-s: 278, Tablo 69-s: 278, Tablo 71-s: 280, Tablo 72-s: 280, Tablo 74-s: 282 ve Tablo 75-s: 282). Bu nedenle çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların her birinin akademik başarı üzerindeki etkilerinin kalıcı olduğu söylenebilir. Çalışmada kullanılan kitap setlerinin her biri 2004 yılı Fen ve Teknoloji Öğretim Programları gereğince yapılandırmacı öğrenme kuramının

5E modeline göre hazırlanmıştır. MEB kitabında araştırmacı tarafından hazırlanan kitap setlerinden farklı olarak ışık ünitesinin her bir alt bölümü bir bütün olarak 5E modeli ile öğretilmektedir. Her ders genellikle öğrencilerin dikkatini çekme ve ön bilgileri hatırlatma ile başlamış, bütün dersler laboratuvar ortamında işlenmiş, mümkün olduğu kadar gösteri deneylerinden kaçınarak öğrencilerin gruplar halinde deneyler yaparak bilgileri kendilerinin keşfetmelerine özen gösterilmiştir. Derinleştirme basamağında genellikle Işık ünitesinin doğası gereği günlük hayatla ve diğer disiplinler ile ilişkiler kurulmuştur. Mercekler konusunda biyoloji ve uzay bilimleriyle bağlantılar kurulmuştur. Öğrenci çalışma kitabı etkinlikleri, ünite değerlendirme soruları göz ardı edilmemiştir. Bütün bu uygulamalar öğrencilerin Işık ünitesini kalıcı şekilde öğrenmelerini sağlamış olabilir. Yapılandırmacı öğrenme kuramının öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkileri olduğu bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Abbott ve Fouts, 2003; Kim, 2005; Saygın vd., 2006; Bükova-Güzel, 2007; Akgün ve Aydın, 2009; Demirci ve Yavuz, 2009; Taş ve Seçken, 2009; Ünal ve Çelikkaya, 2009).

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasının temel amacı ilköğretim 7. sınıf düzeyinde, Işık ünitesi bağlamında, bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi uygulamaları ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile zenginleştirilen iki, MEB tarafından kullanılmakta olan bir kitap setinin etkilerini incelemektedir. Bu bölümde elde edilen sonuçlar araştırmanın alt amaçlarına paralel olarak dört başlık altında sunulmuştur.

5.1. Çalışmanın Birinci Alt Amacına Yönelik Sonuçlar

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili sahip oldukları görüşleri nasıl etkilediğini ve bu etkilerin kalıcılığını değerlendirmek bu tez çalışmasının birinci alt amacıdır. Bu alt amaca yönelik bulgular ön, son ve gecikmiş test olarak uygulanan anket ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile ünitenin öğretimi sırasında öğrenciler tarafından yazılan yansıtıcı yazı kağıtlarının analizi ile tespit edilmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

1. Uygulama öncesinde çalışma kapsamında ele alınan bilimin doğası unsurlarının her birinde öğrencilerin çoğu değişken veya zayıf görüşlere sahiplerdir. Bu durum ülkemizde uygulanmakta olan fen eğitiminin bilimin doğasının öğretiminde yetersiz kalmasının bir sonucuna olabilir.
2. Kavramsal değişim pedagojisi bilimin geçici, deneysel, öznel ve sosyokültürel unsurlarında yeterli görüşlerin benimsenmesine %50–60, hayal gücü ve yaratıcılık unsurunda %36, çıkarıma dayalı unsurda %23 katkı sağlamıştır. Bu olumlu katkılar kalıcı olmuştur.
 - ◆ Bilimin doğasının kalıcı bir şekilde öğretilmesinde KDMnin etkili bir yol olduğu sonucuna varılabilir.
 - ◆ Öğrencilerin sınıfta ele alınan bilimin doğası unsurları ile ilgili şiir, karikatür, bilmece vb. ürünler hazırlamalarının, bu ürünlerin panoda sergilenmesinin bilimin doğası ile ilgili yeterli görüşler kazanılmasına katkı sağladığı sonucuna ulaşılabilir.

3. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin doğasının geçici, deneysel ve öznel unsurlarında yeterli görüşlerin benimsenmesine %30–35, hayal gücü ve yaratıcılık, sosyokültürel ve çıkarıma dayalı unsurlarında %15–20 katkı sağlamıştır. Geçici unsurdaki olumlu katkılar kısa süreli olurken diğer unsurlarda elde edilen yeterli görüşler kalıcı olmuştur. Öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili yeterli görüşler kazanmaları için bilimin doğasının planlı etkinlikler ile sınıfta açıkça ele alınması gerektiği ancak bu tür uygulamaların geniş bir öğrenci grubu üzerinde etkili olmadığı sonucuna varılabilir.
4. MEB kitap setinin kullanıldığı grupta yeterli görüşlerdeki artış %15'i geçmemektedir. Bilimin doğasının bütün unsurlarında öğrencilerin çoğu değişken ve zayıf görüşlerini devam ettirmektedir. İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin özellikleri ve elde edilme süreci üzerine yorumlar yapmasında öğrenci merkezli, deney ağırlıklı fen derslerinin yeterli olmadığı sonucuna varılabilir.
5. Bilimin doğasının hayal gücü ve yaratıcılık ile çıkarıma dayalı unsurlarında her üç gruptaki öğrencilerin çoğu öğretimden önce, sonra ve iki ay sonrasında değişken veya zayıf görüşlere sahiplerdir. İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerin elde edilmesinde bilim insanlarının fiziksel olarak aktif olmalarını gerektiren noktalara ağırlık verdikleri, bilim insanları tarafından kullanılan zihinsel süreçleri ihmal ettikleri sonucuna varılabilir.

5.2. Çalışmanın İkinci Alt Amacına Yönelik Sonuçlar

Bu tez çalışmasının ikinci alt amacı; üç farklı uygulamanın Işık ünitesinde kavramsal değişimi sağlamaya ve bu değişimin kalıcılığına olan etkilerini karşılaştırmalı olarak irdelemektir. Bu alt amaca yönelik elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1. Ön testte MEB grubunda verilen cevabın gerekçelerini açıklayamama, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda soruları yanıtsız bırakma, kavramsal değişim pedagojisi grubunda ise yanlış cevap verip bu yanlış cevapları alternatif kavramlarla açıklama durumu ön plandadır. İlköğretim öğrencilerinin ışık konusunda çoğu kavram hakkında yüzeysel anlama, eksik anlama ve bilimsel olarak doğru olmayan düşünceler ile sınıflara geldikleri sonucuna varılabilir.

2. Bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda gerçekleştirilen uygulamalar Işık konusundaki kavramsal değişimi kalıcı bir şekilde sağlamıştır. Bilimin doğası KDM ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinde bilimin doğası unsurlarının öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği fen kavramları üzerinden ele alınmasının fen konu alanında kavramsal değişimi sağlamada olumlu ve kalıcı etkilerinin olduğu sonucuna varılabilir.
3. MEB kitabı kavramsal değişim üzerinde etkili olmakla birlikte bu etkiler uzun süreli değildir. Fen konu alanının yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeliyle öğretilmesinin kavramsal değişimi geçici olarak sağlayabildiği sonucuna varılabilir.

5.3. Çalışmanın Üçüncü Alt Amacına Yönelik Sonuçlar

İlköğretim 7. sınıf düzeyinde öğrencilerin ışık hakkında en çok alternatif kavramlara sahip oldukları noktaları belirlemek ve çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulamanın bu kavramların giderilmesine sağladığı katkıları irdelemek çalışmanın üçüncü alt amacıdır. Bu alt amaca yönelik şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Işık ünitesinin öğretimine başlamadan önce kavramsal değişim pedagojisi grubunda on beş sorunun on üçünde, doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda testin üçte ikisinde, MEB kitabı grubunda ise testin yarısında öğrencilerin büyük bir bölümü alternatif kavramlara sahiplerdir. Özellikle ışığın yayılma hızı, renkler, denizlerin ve gökyüzünün mavi görünmesi, cam şişeler ve orman yangınları, tam yansıma ve görme olayı hakkında öğrencilerin zihinlerinde birçok alternatif kavram olduğu sonucuna varılabilir.
2. Bilimin doğası kavramsal değişim pedagojisi uygulamaları ışık hakkındaki alternatif kavramların kalıcı bir şekilde giderilmesine önemli katkılar sağlamıştır. Ayrıca bu katkılar diğer iki uygulamadan çok daha fazladır. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği fen kavramlarının bilimin doğası KDMne entegre edilmesinin, sınıfta bu noktadaki alternatif kavramların açıkça ele alınarak tartışılmasının, öğrencilerin hazırladıkları şiir, resim, tekerleme vb. ile kavram panosu oluşturulmasının alternatif kavramların giderilmesinde etkili uygulamalar olduğu sonucuna varılabilir.

3. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım grubunda uygulamalar bazı alternatif kavramların kalıcı bir şekilde giderilmesine katkı sağlarken, bazı alternatif kavramlar üzerinde etkili olmamış, bazı noktalarda ise alternatif kavramların oluşmasına yol açmıştır.
 - ◆ Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinde fen konu alanındaki alternatif kavramlara yer verilmesinin, öğrenci ürünlerinden oluşan kavram panolarının alternatif kavramların giderilmesine katkı sağladığı sonucuna varılabilir.
 - ◆ Doğrudan yansıtıcı yaklaşım fen konu bağlamında kullanıldığında, öğrencilerin ele alınan konu içeriğini göz ardı edebildiği sonucuna varılabilir.
4. MEB kitabı birçok alternatif kavramın giderilmesinde etkili olmazken bazı noktalarda küçük bir öğrenci grubu üzerinde etkili olmuştur. Bazı sorularda ise yeni alternatif kavramların oluşmasına yol açmıştır.
 - ◆ Öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olabilecekleri kazanımların tablo inceleme, bilgi aktarımı şeklinde ele alınmasının alternatif kavramların giderilmesine katkı sağlamadığı (örneğin; ışığın yayılma hızı, denizlerin mavi görülmesi), bu tür uygulamaların yeni alternatif kavramların oluşmasına (örneğin; görme olayı gibi) yol açabildiği sonucuna ulaşılabılır.
 - ◆ Öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olması muhtemel kazanımların 5E modeliyle uyumlu, ders ve çalışma kitabında çok sayıda ve çeşitli etkinlik ile ele alınmasının (örneğin ışığın kırılması, cisimlerin renkli görülmesi) alternatif kavramların giderilmesine sınırlı katkı sağladığı sonucuna varılabilir.
5. Testteki her bir soruda alternatif kavramlara sahip öğrencilerin süreç boyunca değişimi irdelendiğinde gece ve gündüz ışığın yayılacağı mesafe, denizlerin mavi görünmesi, tam yansıma olayı ve görme olayındaki alternatif kavramların değişime en dirençli alternatif kavramlar olduğu sonucuna varılabilir.

5.4. Çalışmanın Dördüncü Alt Amacına Yönelik Sonuçlar

Çalışmanın dördüncü alt amacı; üç farklı uygulamanın akademik başarı üzerine etkilerini incelemek ve bu etkilerin kalıcılığını takip etmektir. Elde edilen sonuçlar şöyledir:

1. Uygulama öncesinde, ünitenin tamamlanmasından hemen sonra ve sekiz hafta sonrasında grupların akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Fen ve Teknoloji derslerinde bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile ele alınmasının fen konu alanının öğrenilmesine destek veya engel olmadığı sonucuna ulaşılabilir.
2. Her üç uygulama akademik başarıyı birbirine paralel bir şekilde arttırmıştır. Akademik başarı üzerindeki olumlu etkiler kalıcı olmuştur. Çalışmada kullanılan kitap setlerinin hepsinde Işık ünitesi kazanımları yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline göre öğretilmiştir. Bu bağlamda 5E modeli ile öğretimin akademik başarı üzerinde olumlu ve kalıcı etkileri olduğu sonucuna varılabilir.
3. Çalışmada bilimin doğasını kavramsal değişim pedagojisiyle öğrenen öğrenciler bilimin doğasının birçok unsurunda yeterli görüşler benimsemelerine rağmen akademik başarı noktasında diğer gruplar ile benzer özellik göstermektedirler. Diğer gruplar açısından bakıldığında ise özellikle MEB kitap setiyle öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası görüşleri oldukça zayıf olmasına rağmen akademik başarıları diğer grupların gerisinde değildir. Bilimin doğası unsurları hakkında yeterli görüşlere sahip olma ile fen derslerinde akademik başarı elde etme arasında kuvvetli ilişkiler olmadığı sonucuna varılabilir.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sonuçlarına ve araştırmacının kendi deneyimlerine dayalı olarak önerilerde bulunulmuştur.

6.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Çalışmanın başında öğrencilerin çoğunun bilimin doğasının bütün unsurlarında değişken veya zayıf görüşlere sahip olmaları ve ünite sonrasında mevcut kitap setiyle öğrenim gören öğrencilerin görüşlerinin çok fazla değişmemesi okullarda uygulanmakta olan Fen ve Teknoloji eğitiminin ve kullanılmakta olan kitapların bilimin doğası öğretimine hizmet etmediğini göstermektedir. Öğrencileri Fen ve Teknoloji okuryazarı bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlayan bir öğretim programının bu amaca ulaşabilmesi için kitapların tekrar gözden geçirilmesine ve bilimin doğası öğretimi ile zenginleştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

2. Yapılan çalışmada bilimin doğası ile ilgili yeterli görüşlerin kazanılmasında kavramsal değişim pedagojisi öğretim materyalinin doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve kullanılmakta olan kitaplardan daha olumlu ve kalıcı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle bilimin doğası öğretiminde KDM kullanılabilir. Karikatür, resim vb. özellikle görselliği yüksek ve ilgi çekici ürünlerden oluşan kavram panoları ile bilimin doğası öğretimi desteklenebilir.

3. Öğretim uygulamaları öncesinde öğrencilerin bilimin çıkarıma dayalı ve hayalci unsurlarında oldukça başarısız olmalarından, üç farklı uygulamanın özellikle kavramsal değişim pedagojisinin bu unsurlarda yeterli görüşler benimsenmesine katkılar sağlamasına rağmen öğrencilerin çoğunun bu iki unsuru kavrayamamasından dolayı ilköğretimde bu unsurlar üzerine daha fazla odaklanılmasına ihtiyaç olabilir. Tek bir tekniğin uzun süreli uygulanmasında bu tekniğin öğrenciler için sıradan hale gelip etkisinin azalmasının önüne geçmek için KDM, analogi, çürütme metinleri, açıklayıcı hikaye, animasyon, bilgisayar destekli vb. değişik yöntem ve tekniklerden faydalanarak uzun süreli öğretim uygulamaları yapılabilir.

4. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin doğası öğretiminde olumlu sonuçlar verebilmektedir. Ancak bilimin doğasının birçok unsurunda geniş bir öğrenci grubu üzerinde etkili olamamakta (hayal gücü ve yaratıcılık, sosyal ve çıkarıma dayalı), bazı unsurlarda (geçici) elde edilen başarı kısa süreli olabilmektedir. Bu nedenle bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin çok sayıda ve uzun süreli uygulanmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

5. Çalışma kapsamında hazırlanan KDMnin bütün bölümlerinde görsel unsurlar kullanılmıştır. Örneğin öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarıldığı ilk bölümde ele alınacak bilimin doğası unsuru hakkında bir resim, doğru ve yanlış düşüncelerde mutlu ve üzgün yüz ifadeleri, doğru düşünceye inandırma bölümlerinde etkinlik/deney veya okuma metnine ilişkin resimlere, çizimlere yer verilmiştir. KDMyle öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası unsurları ile ilgili görüşlerini açıklarken KDMdeki resim, çizim vb. atıfta bulunarak yanıtlar verdikleri dikkati çekmiştir. Bu bağlamda ilköğretim basamağındaki öğrenciler için hazırlanacak bilimin doğası KDMde konu ile ilgili ve dikkat çekici görsel unsurlara özel önem verilmesi KDMnin etkililiğini arttırabilir.

6. Çalışma kapsamında kullanılan KDMnin bazılarında öğrencilerin doğru düşüncelere ikna edilmeye çalışıldıkları dördüncü bölümde bilim tarihinde yaşanmış örneklerden yararlanılmıştır. Örneğin geçmişte bir konu üzerinde ileri sürülen iki farklı fikirden veya toplum yapısına ters düştüğü için kabul görmeyen bilimsel bir bilgidен yola çıkarak öğrenciler ikna edilmeye çalışılmıştır. Uygulama sırasında bu örneklerin öğrencilerin dikkatini çektiği, son ve gecikmiş testte düşüncelerini açıklarken bu örneklerden faydalandıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle bilimin doğası KDMde bilim tarihinden örneklerden yararlanılabilir.

7. KDMde “Sonuca Varalım” bölümlerinin son soruları KDMde üzerinde durulan bilimin doğası unsurunun örnekler verilerek açıklanmasını istemektedir. Bu soruların yanıtlanması sırasında öğrencilerin yakın tarihten ve güncel örneklerle ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Örneğin bilimsel bilgilerin değişebilirliği ile ilgili geçmişten örnekler verildiğinde eski dönemlerde teknolojinin gelişmediği bu nedenle bazı eksik veya hataların olabileceğini ancak günümüz teknolojisi ile böyle bir durumun yaşanmasının çok fazla mümkün olmadığını savunabilmektedirler. Bu bağlamda KDMde yakın tarihten ve güncel örneklerden yararlanılması öğrencilerin doğru düşüncelere ikna edilmesinde daha etkili olabilir.

8. Çalışmada kullanılan bilimin doğası KDMnin bazılarında bilimin doğası unsurları ile ışık konusundaki alternatif kavramlar bir arada ele alınmıştır. Bu KDMnin asıl amacı bilimin doğası unsuru hakkında yeterli görüşler kazandırmak olup, öğrencilerin doğru düşünceye inandırılması ışık hakkındaki alternatif kavramlar üzerinden sağlanmaya çalışılmıştır. Bu tür KDMnin ışık hakkındaki alternatif kavramların giderilmesine katkı sağladığı göz önünde bulundurulur ise bilimin doğası KDMde çeşitli fen konu alanlarındaki alternatif kavramlar, bilimin doğası unsurlarının içerisine entegre edilebilir. Bu yolla hem bilimin doğası ile ilgili yeterli görüşler kazandırılırken hem de konuya özel alternatif kavramlar giderilebilir.

9. Bilimin doğası doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinde öğrencilerin ele alınan bilimin doğası unsuru ile ilgili deneyimler yaşaması fen konu alanındaki alternatif kavramlar üzerinden sağlanabilir. Bu yolla alternatif kavramların giderilmesine ve kavramsal değişime katkı sağlanabilir.

10. MEB kitap setinin alternatif kavramların giderilmesinde ve kavramsal değişimi sağlamada etkileri son derece sınırlı ve kısa süreli olduğundan, kullanılmakta olan kitaplar kavram öğretimi ve 5E modeline uygunluğu açısından tekrar gözden geçirilebilir.

11. Çalışmanın gerçekleştirildiği 7. sınıf Işık ünitesinde literatürde çok sayıda alternatif kavram tespit edilmiş olmasına rağmen Fen ve Teknoloji öğretim programları ve öğretmen kılavuz kitaplarında sadece üç alternatif kavrama yer verildiği dikkati çekmiştir. Bu durum öğrencilerin zihinlerinde bulunabilecek birçok alternatif kavramın göz ardı edilmesi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda program ve öğretmen kılavuz kitaplarındaki alternatif kavramların literatür incelenerek tekrar gözden geçirilmesi faydalı olabilir.

12. Öğretim programında ve kılavuz kitaplarda alternatif kavramlar listelenmekte, ancak bunların giderilmesinde öğretmene yol gösterici hiçbir açıklama, uygulanabilecek materyaller sunulmamaktadır. Sadece konunun öğretiminin yapılmasının, alternatif kavramların öğretmen tarafından vurgulanmasının, öğrencilerden ürün hazırlaması istenip bunların panoda sunulmasının sınırlı etkileri olduğu göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlere alternatif kavramların nasıl ortaya çıkarılacağı, bu kavramların giderilmesinde neler yapılabileceği konusunda destek olunması, kılavuz kitaplarda örnek materyallerin sunulması programların daha etkili uygulanmasını sağlayabilir.

13. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç farklı uygulama ışığın gece ve gündüz yayılacağı mesafe, denizlerin mavi görünmesi, tam yansıma ve görme olayındaki alternatif kavramların giderilmesinde çok fazla etkili olamamıştır. Bu konuların soyut,

gözlemlenmesi güç olaylar olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin çoğunun alternatif kavramlarını sürdürmesi öğrencilerin somut işlemler döneminden soyut döneme tam olarak geçememelerinden kaynaklanıyor olabilir. Bu alternatif kavramların giderilmesinde, kavramsal değişim yaklaşımı ve somutlaştırmayı sağlayan örneğin bilgisayar destekli öğretim, analogi, animasyon vb. bir arada kullanılması daha etkili bir yol olabilir.

14. Bu çalışmada ilköğretim 7. sınıf düzeyinde Işık ünitesinde giderilmesi güç alternatif kavramlar ile ilgili ipuçları elde edilmiştir. Fen ve Teknoloji dersinin her bir ünitesinde değişime dirençli alternatif kavramlar tespit edilebilir. Bu alternatif kavramların doğasına uygun yeni öğretim materyalleri geliştirilebilir.

6.2. Araştırmacının Kendi Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri

Bilimin doğasını Işık ünitesi bağlamında kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretmek üzere hazırlanan materyallerin ve MEB kitabının etkilerinin irdelendiği çalışmada araştırmacının kendi deneyimleri ve araştırma sonuçları dikkate alınarak ilgili alanda çalışmayı düşünen araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışmada bilimin doğasını öğretmek üzere hazırlanan kavramsal değişim metinleri ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ilköğretim 7. sınıf Işık ünitesi kazanımlarına paralel olarak geliştirilmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar sadece bir ünite ile sınırlıdır. Bilimin doğasını öğretme amaçlı kavramsal değişim metinleri farklı öğretim kademelerinde ve fen bilimlerinin diğer konu alanlarında da hazırlanarak etkileri değerlendirilebilir.

2. KDMde öğrenciler verilen durum ile ilgili kendi düşüncelerini yazdıktan sonra doğru düşünceler ve sebeplerine yer verilmektedir. Burada öğrencilerin düşünceleri ile doğru düşüncelerin uyumsuz olması beklenmektedir. Bu yolla öğrencinin kendi düşüncelerinden rahatsızlık duyması ve değiştirme yoluna gitmesi istenmektedir. Ancak birkaç KDMden sonra bazı öğrenciler genellikle kendi düşüncelerinin yanlış çıktığı deneyimi ile kendi düşüncelerini yazmak yerine kendi düşüncelerinin tersini yazabilmektedirler. Bilimin doğasının öğretiminde bu olumsuzluğu en aza indirmek yaklaşımının etkilerini kuvvetlendirmek amacıyla kavramsal değişim metinleri, çizim, kavram haritası, zihin haritaları vb. kavramsal değişim yaklaşımının çeşitli teknikleri bir arada kullanılarak etkileri değerlendirilebilir.

3. Bilimin doğasına ilişkin görüşlerin değişime dirençli olduğu ve uzun süreli uygulamalara ihtiyaç duyulduğu göz önünde bulundurulduğunda bir ünite yerine iki veya üç üniteye yayılmış, ünitelerin her birinde iki veya üç bilimin doğası unsurunun ele alındığı uygulamalar tasarlanabilir. Çalışma sadece bir ünite kapsamında gerçekleştirilmek isteniyorsa çok sayıda bilimin doğası unsuru yerine daha az sayıda örneğin özellikle ilköğretim düzeyinde dört unsur üzerine odaklanılabilir.

4. Literatür incelendiğinde bilimin doğasını öğrencilere kavratmak amacıyla çok sayıda öğretim uygulamalarının hazırlandığı ve etkilerinin değerlendirildiği görülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmalardan çok azında öğretim uygulamalarının kalıcılığı takip edilmiştir. Bu nedenle bilimin doğasını öğretmede kullanılan farklı yaklaşım, yöntem ve tekniklerin kalıcılığı ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

5. Literatürde bilimin doğasının doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretildiği çalışmaların çoğunda Lederman ve Abd-El-Khalick tarafından hazırlanan (Küpler, Gizemli Kutu, Hileli İzler vb.) etkinliklerin kullanıldığı dikkati çekmektedir. Fen konu alanı bağlamında veya fen konu bağlamının dışında daha ilgi çekici ve orijinal doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri geliştirilebilir. Işık ünitesinde yürütülecek araştırmalarda bu tez çalışması için geliştirilen etkinlikler kullanılabilir.

6. Fen ve Teknoloji öğretim programlarının temel vizyonu “Öğrencileri fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirmektir.” şeklinde ifade edilmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için bilimin doğasının kavranması gerekmektedir. Öğretim programlarında bilimin doğası kazanımlarının hangi ağırlıkta yer aldığı burada önem kazanmaktadır. Yapılacak bir doküman analizi ile her bir öğretim kademesinde, hangi üniteye bilimin doğası kazanımlarına ne kadar yer verildiği tespit edilebilir. Öğretim programlarının pratiğe yansıtılmasında son derece önemli olan ders kitapları bilimin doğası öğretimi açısından irdelenebilir.

7. Ünitelerin öğretimini gerçekleştirecek öğretmenler ile yapılan görüşmelerde bilimin doğası hakkında teorik bilgi ve pratik deneyimlerinin sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Benzer durum KDM’de de yaşanmıştır. Öğretmenler daha önce hiç KDM uygulamadıklarını bu nedenle desteğe ihtiyaç duyduklarını açıkça belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmayı yürütecek öğretmenlere bu konularda eğitim verilmiştir. Öğretmenler gerek pilot uygulama gerekse asıl uygulama sırasında öğretimi kendilerinden beklendiği gibi sürdürebilmek için duyarlık göstermişler, sürekli olarak yardım ve dönüt almak istemişlerdir. Öğretmenlerin bilimin doğası hakkında yeterli görüşlere sahip olmalarının,

bu konuda kurslara katılmış olmalarının bilimin doğasını etkili olarak öğretilmesinde son derece önemli olduğu fakat yeterli olmadığı literatürde ifade edilmektedir. Buradan hareketle gerçekleştirilecek çalışmalarda pratiğe yönelik öğretmen eğitime özel önem verilmelidir. Uygulayıcılar ile en az üç dört ay öncesinden iletişime geçip onları yapacakları konusunda bilgilendirmek, uygulama sürecini takip etmek çalışmanın planlandığı gibi yürütülmesinde faydalı olabilir.

7. KAYNAKLAR

- AAAS., 1993. American Association for the Advancement of Science, Project 2061, Benchmarks for Science Literacy, New York: Oxford University Pres.
- Abbott, M., L. ve Fouts, J., T., 2003. Constructivist Teaching and Student Achievement: The Results of School-Level Classroom Observation Study in Washington, The Wasghington School Research Center (WSRC) Technical Report-5, February.
- Abdi, S., W., 2006. Correcting student misconceptions, Science Scope, 29, 4, 39-39.
- Abd-El-Khalick, F., 2005. Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning, International Journal of Science Education, 27,1, 15–42.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R., L. ve Lederman N., G., 1998. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural, Science Education, 82,4, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N., G., 2000a. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature, International Journal of Science Education, 22,7, 665- 701.
- Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N., G., 2000b. The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 37,10, 1057–1095.
- Abell, S., Martini, M. ve George, M., 2001. 'That's what scientists have to do: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation, International Journal of Science Education, 23,11, 1095-1109.
- Abraham, M., R, Williamson, V., M, ve Westbrook, S., L., 1994. A cross-age study of the understanding of five concepts, Journal of Research in Science Teaching, 31,2, 147–165.
- Akerson, V., L. ve Hanuscin D., L., 2007. Teaching Nature of Science through Inquiry: Results of a 3-Year Professional Development Program, Journal of Research in Science Teaching, 44,5, 653–680.
- Akerson, V., L., Morrison, J., A. ve McDuffie A., R., 2006. One Course Is Not Enough: Preservice Elementary Teachers' Retention of Improved Views of Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 43,2, 194–213.
- Akerson, V., L. ve Volrich, M., L., 2006. Teaching Nature of Science Explicitly in a First-Grade Internship Setting, Journal of Research in Science Teaching, 43,4, 377–394.

- Akgün, A. ve Aydın, M., 2009. Erime ve Çözünme Konusundaki Kavram Yanılgılarının ve Bilgi Eksikliklerinin Giderilmesinde Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Grup Çalışmalarının Kullanılması, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 8,27, 190–201.
- Akkuş, H., Kadayıfçı, H., Atasoy, B. ve Geban, Ö., 2003. Effectiveness of Instruction Based on the Constructivist Approach on Understanding Chemical Equilibrium Concepts, Research in Science & Technological Education, 21,2, 209-227.
- Al Khawaldeh, S., A. ve Al Olaimat, A., M., 2009. The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Eleventh-Grade Students Understanding of Cellular Respiration Concepts, Journal of Science Education and Technology, DOI 10.1007/s10956-009-9185-z.
- Alev, N., 2003. Integrating Information and Communication Technology (ICT) into Pre-Service Science Teacher Education: The Challenges of Change in Turkish Faculty of Education, Unpublished EdD Thesis, University of Leicester School of Education. UK.
- Alkhawaldeh, S., A., 2007. Facilitating conceptual change in ninth grade students' understanding of human circulatory system concepts, Research in Science & Technological Education, 25,3, 371–385.
- Anderson, C., W. ve Smith, E., L., 1986. Children's conceptions of light and color: understanding the role of unseen rays, Science Education Research, Research Series No. 166, ED270318.
- Arı, Ü., 2010. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ve Sınıf Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Arslan, O., Doğan-Bora, N. ve Çakıroğlu, J., 2006. Lise Öğrencilerinin Bilimsel Bilgi Hakkındaki Görüşleri, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayar, M., C., 2007. Fen- Teknoloji -Toplum Dersinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, C. ve Akaydın, G., 2009. Biyoloji Öğretmen Adaylarında Bitkilerde Madde Taşınması Konusundaki Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 17,1, 103-110.
- Ayvacı, H., Ş. ve Devecioğlu, Y., 2002. Kavram Haritasının Fen Bilgisi Başarısına Etkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16–18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Ayvacı, H., Ş., 2007. Bilimin Doğasının Sınıf Öğretmeni Adaylarına Kütle Çekim Konusu İçerisinde Farklı Yaklaşımlarla Öğretilmesine Yönelik Bir Çalışma, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bağcıkılıç, G., 2002. Dünyada ve Türkiye’de Fen Öğretimi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16 - 18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Barrow, L., H., 2007. Bringing Light onto Shadows, Science & Children, 44,9, 43-45.
- Başol-Özcan, M., 2009. Tarihsel Yaklaşımın 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğasıyla İlgili Görüşlerini Geliştirmeye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Baumgartner, E. ve Duncan, K., 2009. Evolution of Students’ Ideas About Natural Selection Through a Constructivist Framework, The American Biology Teacher, 71,4, 218-227.
- Bayraktar, Ş., 2009. Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers About Force and Motion, International Journal of Science and Mathematics Education, 7, 273-291.
- Bell, R., L. ve Lederman, N. G., 2003. Understanding of The Nature of Science and Decision Making on Science and Technology Based Issues, Science Education, 87,3, 352-377.
- Bell, R., L., Lederman, N., G. ve Abd-El-Khalick, F., 2000. Developing and Acting upon One's Conception of the Nature of Science: A Follow-Up Study, Journal of Research in Science Teaching 37,6, 563-581.
- Benlikaya, R., Karakoç, Ö., Tekin, G. ve Alkan, M., 2006. Bilimsel Bilginin Özelliklerinin ve Elde Edilme Yollarının Öğretilmesinde Bir Öneri: Kapalı Kutu Deneyi, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Berninger, V., W. ve Yates, C., M., 1993. Formal Operational Thought In The Gifted: A Post-Piagetian Perspective, Roeper Review Database: Education Research Complete, 15, 4, 220-224.
- Biernacka, B., 2006. Developing Scientific Literacy of Grade Five Students: A Teacher-Researcher Collaborative Effort, PhD Thesis, The University of Manitoba, Winnipeg, Ottawa, Canada.
- Bilal, E. ve Erol, M., 2009. Investigating Students’ Conceptions of Some Electricity Concepts, Latin-American Journal of Physics Education, 3,2, 193-201.
- Bitner, B., L., 1992. Preservice Elementary and Secondary Science Methods Teachers: Comparison of Formal Reasoning, ACT Science, Process Skill and Physical Science Misconception Scores, Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 23-24 March Boston.

- Black, S., 2006. Is Science Education Failing Students?, American School Board Journal, November 48-50.
- Blizak, D., Chafiqi, F. ve Kendil, D., 2009. Students Misconceptions about Light in Algeria, Education and Training in Optics and Photonics Conference, 5–7 July, North Wales, UK. http://spie.org/etop/2009/etop2009_4.7.35.pdf (6.05.2010)
- Bora, N., D., 2005. Türkiye Genelinde Ortaöğretim Fen Branşı Öğretmen ve Öğrencilerinin Bilimin Doğası Üzerine Görüşlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M., 1991. Development of Pupils' Ideas about Seeing and Hearing The Path of Light and Sound, Research in Science and Technological Education, 9,2, 223-44.
- Brickhouse, N., W., Dagher, Z., R., Letts, W., J., ve Shipman, H., L., 2000. Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course, Journal of Research in Science Teaching, 37, 340–362.
- Bryman, A., 1988. Quantity and quality in social research. London: Routledge.
- Bükova-Güzel, E., 2007. The Effect of a Constructivist Learning Environment on the Limit Concept among Mathematics Student Teachers, Educational Sciences: Theory and Practice, 7,3, 1189–1195.
- Büyükkasap, E. ve Samancı, O., 1998. İlköğretim Öğrencilerinin Işık Hakkındaki Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 4,5, 109-120.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B. ve Ertuğrul, M., 2001. Lise Öğrencilerinin Işık Hakkındaki Yanlış Kavramları, Milli Eğitim Dergisi, 149.
- Buaraphan, K. ve Sung-Ong, S., 2009. Thai pre-service science teachers' conceptions of the nature of science, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 10,1.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2006. The conceptual change approach to teaching chemical equilibrium, Research in Science & Technological Education, 24, 2, 217–235.
- Cansüngü-Koray Ö. ve Bal, Ş., 2002. İlköğretim 5. ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Işığın Hızı ile İlgili Yanlış Kavramları ve Bu Kavramları Oluşturma Şekilleri, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22,1, 1-11.
- Caleon, I., S. ve Subramaniam, R., 2009. Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions, Research in Science Education, DOI 10.1007/s11165-009-9122-4.

- Cavallo, A., M., L. ve McCall, D., 2008. Seeing May Not Mean Believing: Examining Students' Understandings & Beliefs in Evolution, The American Biology Teacher, 70,9, 522–530.
- Cavell, S. ve Jones, B., L., 1995. Teaching for Conceptual Change: Light And Vision, Paper for presentation at 25th AARE Conference, November, Hobart.
- Chandler, M., 1987. The Othello effect: Essay on the emergence and eclipse of skeptical doubt, Human Development, 30,3, 137– 159.
- Chandrasegaran, A., L., Treagust, D., F. ve Mocerino, M., 2007. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation, Chemistry Education Research and Practice, 8,3, 293–307.
- Chang, H-P. vd., 2007. Investigating Primary and Secondary Students' Learning of Physics Concepts in Taiwan, International Journal of Science Education, 29,4, 465–482.
- Chen, S., 2006. Wiefs on Science and Education (VOSE) Questionnaire, Asia-Pacific Forum Science Learning and Teaching, 7,2, Article 11.
- Chi, M., T., H. ve Roscoe, R., D., 2002. The Process and Challenges of Conceptual Change, In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (3-27), Kluwer, Dordrecht.
- Chin, C.-C., 2005. First-Year Pre-Service Teachers in Taiwan—Do They Enter The Teacher Program With Satisfactory Scientific Literacy and Attitudes Toward Science?, International Journal of Science Education 27,13, 1549 1570.
- Clough, M., P., 2003. Explicit but insufficient: Additional considerations for successful NOS Instruction. Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers, January, St. Louis, MO.
- Costa da Silva, P., R., Correia, P., R. ve Infante-Malachias, M., E., 2009. Charles Darwin goes to school: the role of cartoons and narrative in setting science in an historical context, Journal of Biologhy Education, 43,4, 175-180.
- Craven III, J., A., Hand, B. ve Prain, V., 2002. Assessing Explicit and Tacit Conceptions of The Nature of Science Among Preservice Elementary Teachers, International Journal of Science Education, 24,8, 785–802.
- Çalık, M ve Ayas, A., 2003. Çözümlerde Kavram Başarı Testi Hazırlama ve Uygulama, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2,14, 1–17.
- Çalık, M., Ayas, A. Coll, R., K., Ünal, S. ve Coştu, B., 2007. Investigating the Effectiveness of a Constructivist-based Teaching Model on Student Understanding of the Dissolution of Gases in Liquids, Journal of Science Education and Technology, 16,3, 257- 270.

- Çalık, M., Ünal, S., Coştu, B., Dede, N. ve Ayas, A., 2009a. Investigating effectiveness of analogies embedded within four-step constructivist teaching model: a case of the 'atom' concept, Journal of Science Education, 1,10, 36–40.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ebenezer, J.V., 2009b. Analogical reasoning for understanding solution rates: students' conceptual change and chemical explanations, Research in Science & Technological Education, 27,3, 283–308.
- Çelik, S. ve Bayrakçeken, S., 2006. The effect of a 'Science, Technology and Society' Course on Prospective Teachers' Conceptions of The Nature of Science, Research in Science & Technological Education 24,2, 255–273.
- Çelikdemir, M., 2006. Examining Middle School Students' Understanding of The Nature of Science, Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, 3. Baskı Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., 2010. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, 5. Baskı Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çetin, G., Ertepinar, H. ve Geban, Ö., 2004. Developing and Implementing an Instructional Technology Aided Conceptual Change Approach in Teaching Ecology Concepts at Ninth Grade, The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET, 3,1 Article 4.
- Çetin, P., S., Kaya, E. ve Geban, Ö., 2009. Facilitating Conceptual Change in Gases Concepts, Journal of Science Education and Technology, 18, 130–137.
- Çetingül, P., İ. ve Geban, Ö., 2005. Understanding of the Acit-Base Concept by Using Conceptual Approach, Hacettepe University Journal of Education, 29, 69-74.
- Dagher, Z., R., Brickhouse, N., W., Shipman, H. ve Letts, D., W., J., 2004. How some college students represent their understandings of the nature of scientific theories, International Journal of Science Education, 26,6, 735–755.
- Davidsson, E. ve Jakobsson, A., 2007. Different Images of Science at Nordic Science Centres, International Journal of Science Education, 29,10, 1229–1244.
- Dawkins, K., R. ve Dickerson, D., L., 2003. Students' Conceptions Regarding Scientific Theories, Paper presented in March at the National Association for Research in Science Teaching in Philadelphia, PA.
- Demirci, N. ve Çirkinoglu, A., 2004. Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1,2, 116–138.

- Demirci, M., P. ve Sarıkaya, M., 2004. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Isı Ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Yanılgıların Giderilmesinde Yapısalcı Kuramın Etkisi, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Demirci, N. ve Yavuz, G., 2009. Sıvıların Kaldırma Kuvveti Konusunun Öğretiminde Yapılandırmacı Yaklaşımın Öğrenci Başarısına Etkisi, e-Journal of New World Sciences Academy, 4,2, 508–519.
- Denzin, N.K. ve Lincoln, Y.S., 1994. Handbook of Qualitative Research, Sage Publications, California, USA.
- DiSessa, A., A., 2002. Why conceptual ecology is a good idea, In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (29–60), Kluwer, Dordrecht.
- Dotger, S., 2006. Cognitive and Developmental Components of Understand The Nature of Science, Phd. Thesis, North Caroline State University, North Caroline.
- DPUD, 2005. Department of Physics at the University of Dallas, Helping Students Learn Physics Better Preconceptions and Misconceptions A Guide to Enhancing Conceptual Understanding, Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics (C³P), Dallas, <http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf> (6.05.2010)
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. ve Scott, P., 1996. Young People's Images of Science. Buckingham, UK: Open University Pres.
- Eaton, J., Sheldon, T., H. ve Anderson, C., V., 1986. Light: A Teaching Module Occasional Paper No 92. The Institute for Reseach on Teaching 252 Ericson Hall, Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Ebenezer, J., Chacko, S., Kaya, O., N., Koya, S., K. ve Ebenezer, D., L., 2010. The Effects of Common Knowledge Construction Model Sequence of Lessons on Science Achievement and Relational Conceptual Change, Journal of Research in Science Teaching, 47,1, 25-46.
- Edmondson, E.W., 2005. Collaborative Dialogue: Exploring 4th. Graders' Discussion of Science, Phd. Thesis, Clemson University, South Carolina, USA.
- Endler, L., C. ve Bond T., G., 2008. Changing Science Outcomes: Cognitive Acceleration in a US Setting, Research in Science Education, 38, 149–166.
- Erdoğan, R., 2004. Investigation of the Presevice Science Teachers' Wievs on Nature of Science, Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara,

- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E., 2002. Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16–18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Eshach, H., 2003. Small-Group Interview-Based Discussions about Diffused Shadow, Journal of Science Education and Technology, 12,3, 261–275.
- Eurybase – Türkiye (2007/08).
http://eacea.ec.europa.eu/ressources/eurydice/eurybase/pdf/section/TR_TR_C9_5.pdf (25.12.2008).
- Fazio, X., E., 2005. Exploring Teachers' Belief and Knowledge About Scientific Inquiry and The Nature of Science: Collaborative Action Research, Phd. Thesis, University of Toronto, Toronto, Canada.
- Feller, R., J., 2007. 110 Misconceptions About the Ocean, Oceanography, 20,4, 170- 173.
- Fetherstonhaugh, A., R., 1990. Misconceptions and Light: A Curriculum Approach, Ed. Gardner, P. L., Research in Science Education, 20, 105–113. Selected Refereed Papers from the Annual Conference of the Australasian Science Education Research Association 21 st, Perth, Western Australia, July.
- Flegg, R., B. ve Burke, C., 1995. The Enigma of Girls' Concepts of The Nature of Science, Australian Science Teachers Journal, 41,3, 74-77.
- Friedman, A., J., 2006. Biological Classification Historical Case Study: Fostering High School Students' Conceptions of Nature of Science, Phd. Thesis, Wayne State University, Detroit, Michigan, USA.
- Fries-Gaither, J., 2009. Common Misconceptions About Oceans Misconceptions, Polar Oceans, 14, May.
- Galili, I. ve Lavrik, V., 1998. Flux Concept in Learning about Light: A Critique of the Present Situation, Culture and Comparative Studies, 591–613.
- Galili, I. ve Hazan, A., 2000. Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis, International Journal of Science Education, 22,1, 57- 88.
- Gallucci, K., 2009. Learning About the Nature of Science With Case Studies, Journal of College Science Teaching, May/June 50–54.
- Gedik, E., Ertepinar, H. ve Geban, Ö., 2002. Lise Öğrencilerinin Elektrokimya Konusundaki Kavramları Anlamalarında Kavramsal Değişim Yaklaşımına Dayalı Gösteri Yönteminin Etkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Greenwood, A. ve Scribner-MacLean, M., 1997. Examining Elementary Teachers' Explanations of their Science Content Knowledge, Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 20–24 March, Oak Brook, Illinois.
- Gregg, W. R., Winer, G.A., Cottrell, J.E., Hedman, K.E. ve Fournier, J.S., 2001. The persistence of a misconception about vision after educational interventions, Psychonomic Bulletin & Review, 8,3, 622-626.
- Griffard, P., B. ve Wandersee, J., H., 2001. The two-tier instrument on photosynthesis: what does it diagnose?, International Journal of Science Education, 23,10, 1039-1052.
- Griffiths, A. K. ve Barman, C. R., 1992. A Multinational Study of Secondary School Students' Views of the Nature of Science, Paper Present To The Seventy-Third Annual Conference Of The American Educational Research Association, April, San Francisco.
- Gök-Altun, D., 2006. Çoklu Zeka Kuramına Göre Hazırlanmış Ses ve Işık Ünitesinin Öğrenci Başarısına, Hatırlama Düzeylerine, Fen Bilgisine Kaşı Tutumlarına ve Öğretmen ve Öğrenci Görüşlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Gökçek, T., 2008. 6. Sınıf Matematik Öğretmenlerinin Yeni İlköğretim Programına Uyum Sürecinin İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gönen, S., 2009. A Study on Student Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity, Journal of Science Education and Technology, 17, 70–81.
- Driver, R., Guesne, E. ve Tiberghien, A., 1985. Children's Ideas in Science Milton Keynes: Open University Pres.
- Guzzetti, B., J., Snyder, T., E., Glass, G., V. ve Gamas, W., S., 1993. Promoting conceptual change in science : Meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education, Reading Research Quarterly, 28, 116–161.
- Guzzetti, B., J., Hynd, C., R., Skeels, S., A., ve Williams, W., O., 1995. Improving high school physics texts: Students speak out, Journal of Reading, 36, 656-663.
- Guzzetti, B., J., 2000. Learning Counter-Intuitive Science Concepts: What Hava We Learned from over Decade of Research?, Reading & Writing Quarterly, 16, 89–98.
- Gücüm, B., 2000. Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yapısını Anlama Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.

- Gültekin, Z., 2009. Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Uygulamalarının Öğrencilerin Bilimin Doğasıyla İlgili Görüşlerine, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürel, Z., 2002. Resim Bölümü Öğrencilerinin Fen Biliminin Doğasını Anlama Biçimleri, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16 - 18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M., 2005. Bilimin Doğası ve Yüksek Öğrenim Öğrencilerinin Bilimin Doğasına Dair Düşünceleri, Milli Eğitim Dergisi, 166.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Canpolat, N., 2002. Kavramsal Değişim Yaklaşımının Öğrencilerin Gazlar Konusunu Anlamalarına Etkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16 - 18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Hapkeiwicz, A., 1992. Finding a List of Science Misconceptions. MSTA Journal, 38, 11–14.
- Havu-Nuutinen, S., 2005. Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective, International Journal of Science Education, 27,3, 259–279.
- Hay, D., B., 2007. Using concept maps to measure deep, surface and non-learning outcomes, Studies in Higher Education, 32,1, 39–57.
- Howe, E., M., 2003. Using History of Research on Sickle Cell Anemia to Affect Preservice Teachers' Conceptions of Nature of Science, Assiciation for the Education of Teachers in Science, International Conference, St. Louis, MO, February.
- Huang, C-M., Tsai, C-C. ve Chang, C-Y., 2005. An Investigation of Taiwanese Early Adolescents' Views About The Nature of Science, Adolescence, 40,159.
- Hubber, P., 2005. Secondary Student's Perceptions of a Constructivist-Informed Teaching and Learning Environment for Geometric Optics, Teaching Science, 51,1, 26–29.
- Hynd, C., 2001. Persuasion and its role in meeting educational goals, Theory into Practice, 40,4, 270-277.
- Ibanez-Orcajo, M., T. ve Martinez-Aznar, M., M., 2007. Solving Problems in Genetics, Part III: Change in the view of the nature of science, International Journal of Science Education, 29,6, 747–769.
- Irwin, A., R., 2000. Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context, Science Education, 84, 5-26.

- İrez, S., 2004. Turkish Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About The Nature of Science and Conceptualisations of Science Education, Phd. Thesis, University of Nottingham, Nottingham.
- İrez, S., 2006. Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About Nature of Science, Science Education, 90,6, 1113-1143.
- İrez, S., Çakır, M. ve Doğan, Ö., 2006. Biyoloji Öğretmenlerinin Bilim ve Liselerdeki Fen Öğretimi Hakkındaki Görüşleri Işığında Yapılandırmacı Yaklaşımın Lise Fen Derslerinde Uygulanabilirliği, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- İrez, S., 2009. Nature of Science as Depicted in Turkish Biology Textbooks, Science Education, 93,3, 422-447.
- Jelinek, D., J., 1998. Students Perceptions of Nature of Science and Attitudes Towards Science Education in Experiential Science Program, Annual Meeting of The National Association for Research in Science Teaching, April 19-22, San Diego, CA.
- Jordan, R. ve Duncan, R., G., 2009. Student teachers' images of science in ecology and genetics, Journal of Biolohgy Education, 43,2, 62-69.
- Kaçan, B., 2008. Işık Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesine Yönelik Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaltkakçı, D. ve Didiş, N., 2007. Identification of Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions on Gravity Concept: A Study with a 3-Tier Misconception Test, Sixth International Conference of the Balkan Physical Union, August 22-26, Istanbul-Turkey.
- Kang, S., Scharman, L., C. ve Noh, T., 2005. Examining Students' Views on The Nature of Science: Result From Korean 6th, 8th and 10th Graders, Science Education, 89, 314-334.
- Kara, M., Kanlı, U. ve Yağbasan, R., 2003. Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Optik ile İlgili Anlamakta Güçlük Çektikleri Kavramların Tespiti ve Sebepleri, Milli Eğitim Dergisi, 158.
- Kara, İ., Erduran-Avcı, D. ve Çekbaş, Y., 2008. Fen bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık Kavramları İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması, Mehmet Akif Ersoy Eğitim Fakültesi Dergisi, 8,16, 46-57.
- Karamustafaoğlu, S. ve Ayas, A., 2002. Farklı Öğrenim Seviyelerindeki Öğrencilerin 'Metal, Ametal, Yarı metal ve Alaşım' Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 15, 151-162.

- Kattoula, E., Verma, G. ve Martin-Hansen, L., 2009. Fostering Preservice Teachers' "Nature of Science" Understandings in a Physics Course, Journal of College Science Teaching, September/October 18- 26.
- Kaya, O., N., 2005. Tartışma Teorisine Dayalı Öğretim Yaklaşımının Öğrencilerin Maddenin Tanecikli Yapısı Konusundaki Başarılarına ve Bilimin Doğası Hakkındaki Kavramlarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaya, A. ve Kocakulah, M.S., 2006. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilim Doğasına İlişkin Anlamalarını Geliştirmeye Yönelik Bir Ders, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Kawasaki, K., Herrenkohl L., R. ve Yeary, S., A., 2004. Theory Building and Modeling in a Sinking and Floating Unit: A Case Study of Third and Fourth Grade Student' Developing Epistemologies of Science, International Journal of Science Education, 26,11, 1299-1324.
- Keinonen, T., 2007. Explanations for Physics Phenomena Given by Primary School Would-be Teachers, Journal of Baltic Science Education, 6,1, 78-91.
- Kessels, U., Rau, M. ve Hannover, B., 2006. What goes well with physics? Measuring and altering the image of science, British Journal of Educational Psychology, 76, 761-780.
- Khishfe, R. ve Abd-El-Khalick, F., 2002. Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 39,7, 551-578.
- Khishfe, R., F., 2004. Relationship Between Students' Understanding of Nature of Science and Instructional Context. Unpublished Phd. Thesis, Graduate College of The Illinois Institute of Technology. Chicago, Illinois.
- Khishfe, R. ve Lederman, N., 2006. Teaching Nature of Science within a Controversial Topic: Integrated versus Nonintegrated, Journal of Research in Science Teaching, 43,4, 395-418.
- Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya, C., 2005. Ninth Grade Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 127-133.
- Kınık, A., Muşlu, G. ve Macaroğlu-Akgül, E., 2004. Çocuk Gözüyle Bilim ve Bilim Adamı, VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, 9-11 Eylül, İstanbul.
- Kızılgüneş, B., Tekkaya, C. ve Sungur, S., Modeling the Relations Among Students' Epistemological Beliefs, Motivation, Learning Approach and Achievement, The Journal of Educational Research, 102, 4 (2009) 243-255.

- Kienhues, D., Bromme, R. ve Stahl, E., 2008. Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short-term intervention, British Journal of Educational Psychology, 78, 545–565.
- Kim, Y-S., Germann, P. J. ve Patton, M., 1998. Study of Concepts Maps Regarding The Nature of Science, By Preservice Secondary Science Teachers, Presented at The Annual Convention of National Science Teachers Association, April, Las Vegas, NV.
- Kim, S., J., 2005. The Effects of a Constructivist Teaching Approach on Student Academic Achievement, Self-concept, and Learning Strategies, Asia Pacific Education Review, 6,1, 7–19.
- King, P. ve Kitchener, K., 1994. Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Koponen, I., T. ve Heikkinen, M., H., 2005. Understanding The Photon Concept and The Quantum Nature of Light: A Case Study of Learning During an Instructional Unit Designed for Student Teachers, Journal of Baltic Science Education, 2,8, 46–54.
- Küçük, M., 2006. Bilimin Doğasını İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerine Öğretmeye Yönelik Bir Çalışma, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Küçük, M. ve Çepni, S., 2006a. İlköğretim Öğrencilerinin Bilimin Doğası Hakkında Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7–9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Küçük, M. ve Çepni, S., 2006b. Bilimin Doğasının İlköğretim Öğrencilerine Öğretilmesinde Kullanılan Yaklaşımların Etkinliği, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7–9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Koehler, C., M., 2006. Challenges and Strategies for Effectively Teaching the Nature of Science: A Qualitative Case Study, Phd. Thesis, University of Connecticut, Connecticut, USA.
- Langley, D., Ronen, M. ve Eylon, B., 1997. Light propagation and visual patterns: preinstruction learners' conceptions, Journal of Research in Science Teaching, 34,4, 399–424.
- Lederman, N., G., 1992. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research, Journal of Research in Science Teaching, 29,4 331-359.
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. ve Schwartz, R., S., 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching, 39,6, 497–521.

- Lederman, N., G., 2006. Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 7, 1.
- Lederman, N., G., 2007. Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lewthwaite, B., 2007. Critiquing Science Lessons for their Authenticity as a Means of Evaluating Teacher-Candidate Understanding of the Nature of Science, Journal of Science Teacher Education, 18,18, 109–124.
- Liang, L., L ve Gabel, D., L., 2005. Effectiveness of a Constructivist Approach to Science Instruction for Prospective Elementary Teachers, International Journal of Science Education, 27,10, 1143–1162.
- Lin, H-S., Chiu, H-L. ve Chou, C-Y., 2004. Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies, International Journal of Science Education, 26,1, 101–112.
- Liu, S-Y. ve Tsai, C-C., 2008. Differences in the Scientific Epistemological Views of Undergraduate Students, International Journal of Science Education, 30,8, 1055–1073.
- Loper, S., J., 2005. Struggles With Learning About Scientific Models in a Middle School Science Classroom, Phd. Thesis, University of California, Berkeley, USA.
- Macaroğlu, E., Baysal, Z., N. ve Şahin, F., 1999. İlköğretim Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşleri Üzerine Bir Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 10, 55-62.
- Marx, J., Mian, S. ve Pagonis, V., 2004. Attitudes of Undergraduate General Science Students Toward Learning Science and the Nature of Science, Physics Education Research Conference, August 4-5, California State University, Sacramento.
- Matthews, M., R., 1997. James T. Robinson's Account of Philosophy of Science and Science Teaching: Some Lessons for Today from the 1960s, Science Education, 81,3, 295-315.
- McComas, W., 1996. Ten myths of science: Reexamining what we think we know..., School Science & Mathematics, 96.
- McComas, W.F., The Principal Elements of The Nature of Science: Dispelling The Myths (53–70), In W. F. McComas (ed.) *The Nature of Science in Science Education, Rationales and Strategies*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academi, 2000.
- MEB, 2006. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.

- MEB, 2007. PISA 2006 Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı Ulusal Ön Rapor, Ankara.
- Metin, D., 2009. Yaz Bilim Kampında Uygulanan Yönlendirilmiş Araştırma ve Bilimin Doğası Etkinliklerinin İlköğretim 6 ve 7. Sınıftaki Öğrencilerin Bilimin Doğası Hakkındaki Düşüncelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Miles, M., B. ve Huberman, A., M., 1994. An Expanded Source Book Qualitative Data Analysis, Second Edition, SAGE, Thousand Oaks. Publications, London.
- Moss, D., M., Abrams E., D. ve Robb, J., 2001. Examining student conceptions of the nature of science, International Journal of Science Education, 23,8, 771- 790.
- Mumba, F., Carver, J., Chabalengula, V., M. ve Hunter, W., J., F., 2009. Chemistry Teaching Fellows' Understanding of the Nature of Scientific Theories and Laws, Journal of Baltic Science Education, 8,1, 15-21.
- Murcia, K., Science for the 21 st century: Teaching for scientific literacy in the primary classroom, Teaching Science, 53,2 (2007).
- Murcia, K. ve Schibeci, R., 1999. Primary student teachers' conceptions of the nature of science, International Journal of Science Education, 21,11, 1123- 1140.
- Muşlu G. ve Macaroğlu-Akgül, E., 2006. Elementary School Students' Perceptions of Science and Scientific Processes: A Qualitative Study, Educational Sciences: Theory & Practice, 6,1, 225-229.
- NRC., 1996. National Science Education Standards, National Academy Press. Washington D.C.
- Ogan-Bekiroglu, F. ve Sengül-Turgut, G., 2008. Does Constructivist Teaching Help Students Move Their Epistemological Beliefs in Physics Through Upper Levels? Paper presented at the Conference of Asian Science Education (CASE), February, Kaohsiung, Taiwan.
- Othman, J., B., 2008. What reading The Double Helix and The Dark Lady of DNA can teach students (and their teachers) about Science, Teaching Science, 54,1, 50–53.
- Oyman, N., Y., 2002. İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Anlayışlarının Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Önder, İ ve Geban, Ö., 2006. The Effect of Conceptual Change Texts Oriented Instruction on Students' Understanding of Solubility Equilibrium Concept, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 166-173.
- Özden, M., 2009. Primary Student Teachers' Ideas of Atoms and Molecules: Using Drawings as a Research Method, Teachers' Education, 129,4, 635-642.

- Özdem, Y., Cavaş, P., Cavaş, B., Çakıroğlu, J. ve Ertepinar, H., 2010. An Investigation of Elementary Students' Scientific Literacy Levels, Journal of Baltic Science Education, 9,1, 6-19.
- Özmen, H., 2007. The Effectiveness of Conceptual Change Texts in Remediating High School Students' Alternative Conceptions Concerning Chemical Equilibrium, Asia Pacific Education Review, 8,3, 413-425.
- Özmen, H. ve Demircioğlu, G., 2003. Asitler ve Bazlar Konusundaki Öğrenci Yanlış Anlamalarının Değerlendirilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 159.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özyeral-Bakanay, Ç., D., 2008. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Evrim Teorisine Yaklaşımları ve Bilimin Doğasına Bakış Açıkları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palmer, D., H., 1998. Measuring Contextual Error in the Diagnosis of Alternative Conceptions in Science, Issues in Educational Research, 8,1, 65-76.
- Parker, L., C., Krockover, G., H., Lasher-Trapp, S. ve Eichinger, D., C., 2008. Ideas About the Nature of Science Held by Undergraduate Atmospheric Science Students, American Meteorological Society, November, 1681- 1688.
- Pektaş, H., M., Çelik, H., Katrancı, M. ve Köse, S., 2009. 5. Sınıflarda Ses ve Işık Ünitesinin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 17,2, 649-658.
- Pınarbaşı, T., Capolat, N., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2006. An Investigation of Effectiveness of Conceptual Change Text-oriented Instruction on Students' Understanding of Solution Concepts, Research in Science Education, 36, 313-335.
- Pompea, S., M., Dokter, E., F., Walker, C., E. ve Sparks, R., T., 2007. Using Misconceptions Research in the Design of Optics Instructional Materials and Teacher Professional Development Programs, Education and Training in Optics and Photonics Conference, Ottawa Conference Centre, June 3-5, Ottawa, Ontario.
- Posner, M., G, Strike, K. A, Hewson P. W. ve Gertzog, W., A., 1982. Accommodation of scientific conception: toward theory of conceptual change, Science Education, 66,2, 211-227.
- Rannikmae, A., Rannikmae, M. ve Holbrook, J., 2006. The Nature of Science as Viewed by Nonscience Undergraduate Students, Journal of Baltic Science Education, 2,10, 77-85.

- Roth, K., J., 1985. Conceptual Learning and Student Processing of Science Texts, Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, April, Chicago, Illinois, USA.
- Rudolph, J., L., 2000. Reconsidering the 'nature of science' as a curriculum Component, Journal Curriculum Studies, 32,3, 403–419.
- Ryan, R., 2000. Reflective Science: An Exploration of the Uses of Reflective Dialogue Journal Writing in Secendory Science Classrooms, A paper Present at the Australian Association for Research in Education Annual Cencerence, December 4-7, Sydney.
- Sadler, T., D., Chambers, F., W. ve Zeidler, D., L., 2002. Investigating the Crossroads Socioscientific Issue, The Nature of Science, and Critical Thinking, A Paper Presented at the Annual Meeting of the Natioanal Association for Research in Science Teaching, April 6-10, New Orleans, LA.
- Sadler, T., D., Zeidler, D., L. ve Chambers, F., W., 2004. Student Conceptualizations of The Nature of Science in Response To A Socioscientific Issue, International Journal of Science Education, 26,4, 387–409.
- Sadler, T., D., 2007. Data Do Not Speak for Themselves: The Role of Data in Scientific Controversies, Science Activites, 44, 3, 113–116.
- Salgut, B., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Işık ve Ses Ünitesinde İnternetinde Kullanıldığı Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Saygın, Ö., Atılboz, N., G. ve Salman, S., 2006. Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımının Biyoloji Dersi Konularını Öğrenme Başarısı Üzerine Etkisi: Canlılığın Temel Birimi-Hücre, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26,1, 51-64.
- Schwartz, R., S., Lederman, N., G., Khishfe, R., Lederman, J., S., Matthews, L. ve Liu, S-Y., 2002. Explicit/Reflective Instructional Attention to Nature of Science and Scientific Inquiry: Impact on Student Learning, Proceedings of Annual International Conference of the Association for The Education of Teachers in Science, January 10-13, Charlotte North Coralina.
- Schwarz, C., V., 2002. Using Model-Centred Science Instruction to Foster Students' Epistomologies in Learning with Models, Annual Meeting of the American Educational Research Association, April 1-5, New Orleans LA.
- Science for All American Online Chapter 1: The Nature of Science <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm> (14.04.2007)
- Shavelson, R., J., 1998. Statistical Reasoning for the Behavioral Sciences, 2nd Edition Allyn and Bacon Inc. Boston.

- Smith, C., L., Maclin, D., Houghton, C. ve Hennessey, M., G., 2000. Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development, Cognition and Instruction, 18,3, 349–422.
- Solomon, J., 2001. Teaching for scientific literacy: what could it mean?, School science review, 82, 93–96.
- Sprod, T. ve Jones, B., 1996. Throwing Light on Teaching Science, Australian Science Teachers Journal, 42,4, 21–25.
- Stead, B., F. ve Osborne, R., J., 1980. Exploring students'. Concepts Light, Australian Science Teachers Journal, 26,3, 84–90.
- Suping, S., M., 2003. Conceptual Change among Students in Science, ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education, Columbus, OH.
- Şahin, Ç., İpek, H. ve Ayas, A., 2008. Students's Understanding of Light Concepts in Primary School: A Cross Age-Study, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9, 1.
- Şeker, H. ve Welsh, L., C., 2006. The Use of History of Mechanics in Teaching Motion and Force Units, Science & Education, 15, 55–89.
- Şen, A., İ. ve Aykutlu, I., 2008. Using Concept Maps as an Alternative Evaluation Tool for Students' Conceptions of Electric Current, Eurasian Journal of Educational Research, 31, 75-92.
- Tairab, H., H., 2001a. How do Pre-service and In-service Science Teachers View the Nature of Science and Technology?, Research in Science & Technological Education, 19,2, 236-250.
- Tairab, H., H., 2001b. Pre-service teachers' views of the nature of science and technology before and after a science teaching methods course, Research in Education, 65, 81-87.
- Tao, P-K., 2003. Eliciting And Developing Junior Secondary Students' Understanding Of The Nature Of Science Through Apeer Collaboration İnstruction İn Science Stories, International Journal of Science Education, 25,2, 147–171.
- Taş, G. ve Seçken, N., 2009. ilköğretimde “Maddenin İçyapısına Yolculuk” Konusunun Öğretiminde Yapılandırmacı Yaklaşımın Etkisi, e-Journal of New World Sciences Academy, 4,2, 520–533.
- Taştan, Ö., Yalçınkaya, E. ve Boz, Y., 2008. Effectiveness of Conceptual Change Text-oriented Instruction on Students' Understanding of Energy in Chemical Reactions, Jornal of Science Education & Technology, 17, 444–453.
- Taylor, C. ve Gardner, P., L., 1999. An Alternative Method of Answering and Scoring Multiple Choice Tests, Research in Science Education, 29,3, 353-363.

- Tekin, S., Kolomuç, A. ve Ayas A., 2004. Kavramsal Değişim Metinlerini Kullanarak Çözünürlük Kavramını Daha Etkili Öğretebilir miyim?, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1,2, 85-102.
- Toh, K-A. ve Boo, H-K., 1999. Students' Perspectives in Understanding Light and Vision, Educational Reserarch, 41,2, 155–162.
- Tortop, H., S., Çiçek-Bezir, N., Uzunkavak, M. ve Özek, N., 2007. Dalgalar Laboratuvarında, Kavram Yanılgılarını Belirlemek için V-Diyagramlarının Kullanımı ve Derse Karşı Geliştirilen Tutuma Olan Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11,2, 110-115.
- Treagust, D., F. ve Chandrasegaran, A., L., 2007. The Taiwan National Science Concept Learning Study in an International Perspective, International Journal of Science Education, 29,4, 391–403.
- Tsai, C-C., 1998. An analysis of Taiwanese eighth graders' science achievement, scientific epistemological beliefs and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory, International Journal of Science Education, 20, 413–425.
- Tsai, C-C., 1999. Overcoming Junior High School Students' Misconceptions About Microscopic Views of Phase Change: A Study of an Analogy Activity, Journal of Science Education and Technology, 8,1, 83–91.
- Tsai, C-C., 2006. Biological Knowledge is More Tentative Than Physics Knowledge: Taiwan High School Adolescents' Views About The Nature of Biology and Physics, Adolescence, 41,164, 691-703.
- Turgut, H., 2005. Yapılandırmacı Tasarım Uygulamasının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Okuryazarlık Yeterliklerinden “Bilimin Doğası” ve “Bilim-Teknoloji-Toplum İlişkisi” Boyutlarının Gelişimine Etkisi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Türkmen, L., 2006. Sınıf Öğretmeni Adaylarına Göre Bilim, Bilimsel Teoriler ve Kanunlar, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi Ankara.
- Tüysüz, C., 2009. Development of two-tier diagnostic instrument and assess students' understanding in chemistry, Scientific Research and Essay, 4,6, 626–631.
- Uzuntiryaki, E. ve Geban, Ö., 2005. Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts, Instructional Science, 33, 311–339.
- Ünal, S. 2007. “Atom ve Molekülleri Birarada Tutan Kuvvetler” Konularının Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin Birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Ünal, Ç. ve Çelikkaya, T., 2009. Yapılandırmacı Yaklaşımın Sosyal Bilgiler Öğretiminde Başarı, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi (5. Sınıf Örneği), Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13,2, 197–212.
- Ünal-Çoban, G., 2009. Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Veal, W., R., 2004. Neandertals, Naivete and The Nature of Science, A Preliminary Investigation of the Impact of Historical Case-Based Pedagogy for Science Teachers, Curriculum and Teaching Dialogue, 6,1, 69-80.
- Vosniadou, S., 2002. On the nature of naive physics, In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (61–76), Kluwer, Dordrecht.
- Wagner, J., 2008. Children's Misconceptions About Science, A list compiled by the Operation Physics Elementary/middleschool physics education outreach project of the American Institute of Physics.
- Walker, K., A. ve Zeidler D., L., 2003. Students' Understanding of Natuer of Science and Their Reasoning on Socioscientific Issues: A Web-based Learning Inquiry, Paper Presented at the Annual Meeting for The National Association of Research in Science Teaching, March 23-26, Philadelphia PA.
- Warwick, P. ve Stephenson, P., 2002. Understanding the science of light, Investigating: Australian Primary & Junior Science Journal, 18,1, 28–30.
- Warwick, P. ve Siraj-Blatchford, J., 2006. Using Data Comparison and Interpretation to Develop Procedural Understandings in the Primary Classroom: Case study evidence from action research, International Journal of Science Education, 28,5, 443–467.
- Webb, N., L., 2007. Issues Related to Judging the Alignment of Curriculum Standards and Assessments, Applied Measurement in Education, 20,1, 7–25.
- Westbrook, S., L. ve Rogers, L., N., 1992. Experience is the best teacher: Using the laboratory to promote conceptual change. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- White, G., 2006. Visual Basic Programming Impact on Cognitive Development of College Students, Journal of Information Systems Education, 17,4, 421–427.

- Wong, S., L. Hodson, D., Kwan, J. ve Yung, B., H., W., 2008. Turning Crisis into Opportunity: Enhancing student-teachers' understanding of nature of science and scientific inquiry through a case study of the scientific research in severe acute respiratory syndrome, International Journal of Science Education, 30,11, 1417–1439.
- Yakmacı, B., 1998. Science (Biology, Chemistry and Physics) Teacher's Views on Nature of Science as a Dimension of Scientific Literacy, Master Thesis, Boğaziçi University, Institute of Social Science, İstanbul.
- Yalçın, M., Altun, S., Turgut, Ü. ve Aggöl, F., 2009. First Year Turkish Science Undergraduates' Understandings and Misconceptions of Light, Science & Education, 18, 1083–1093.
- Yalvaç, B., Tekkaya, C., Çakıroğlu, J. ve Kahyaoğlu, E., 2007. Turkish Pre-Service Science Teachers' Views on Science–Technology–Society Issues, International Journal of Science Education, 29,3, 331–348.
- Yaman, F., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2006. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Geliştirilen Etkinliklerin Öğrencilerin Asit ve Baz Kavramlarını Anlamaları Üzerine Etkileri, VII. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Yang, F-Y., 2005. Student views concerning evidence and the expert in reasoning a socioscientific issue and personal epistemology, Educational Studies, 31,1, 65–84.
- Yeşilyurt, M., Bayraktar, Ş., Kan, S., ve Orak, S., 2005. İlköğretim Öğrencilerinin Işık Kavramı İle İlgili Düşünceleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi, 2,1, 1-24.
- Yıldız, İ., 2006. İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık Ünitesindeki Kavram Yanılgıları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yiğit, N. Alev, N., Akşan, P. ve Ursavaş, Ö., F., 2010. İlköğretim Öğrencilerinin Bilimsel bilgiye Ait Görüşleri, e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences, 5,2, 596-613.
- Yontar-Toğrol, A. ve Aktürk-Muğaloğlu, E., 2000. İlköğretim Öğrencilerinin Bilim İnsanına Yönelik İmajları İle Fen Dersine Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkiler, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Yücel, M., 2009. Etkileşimli Kısa Tarihsele Hikayelerin Kullanımının İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışlarını Geliştirmesindeki Etkililiği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yürük, N., 2007. The Effect of Supplementing Instruction with Conceptual Change Texts on Students' Conceptions of Electrochemical Cells, Journal of Science Education & Technology, 16, 515–523.

8. EKLER

Ek 1. Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi

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

Ad Soyad:
Sınıf:

Okul No:
Okul:

1. Size göre fen nedir?

.....

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

.....

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

.....

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

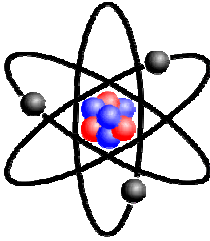
() Evet

() Hayır

Cevabınızın niçin evet veya hayır olduğunu örnek vererek açıklayınız.

.....

5.



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

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

() Evet

() Hayır

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

.....

B) Bilim insanları atomun yapısına nasıl karar vermişlerdir?

.....

Ek 1'in devamı

6.



Dinozorlar milyonlarca yıl önce yaşamıştır.

A) Bilim insanları dinozorların gerçekten yaşadıklarını nasıl bilirler?

.....

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

.....

C) Bilim insanları dinozorların neye benzedikleri konusunda emin midirler?

() Evet

() Hayır

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

.....

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

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

() Evet

() Hayır

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

.....



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

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

() Araştırma konusu seçme ve çalışmayı planlama

() Deney ve gözlem yapma

() Elde ettiği verileri yorumlama ve sonuca varma

.....

Ek 1'in devamı

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

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



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

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

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



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

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



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

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

Ek 2. Işık Ünitesi Kavram Testi

Sevgili öğrenciler, bu test “Işık” konusundaki kavramlar ile ilgili fikirlerinizi almak amacıyla hazırlanmıştır. Soruları dikkatlice okuyarak, öncelikle size uygun gelen bir seçeneği işaretleyiniz. Daha sonra neden bu seçeneğin doğru olduğunu düşündüğünüzü bırakılan boşluklara yazınız. Teşekkür ederiz.

Ad Soyad:

No:

Sınıf:

Okul:

1. Aşağıda verilenlerden hangisinde ışık **en doğru şekilde tanımlanmıştır?**

- A) Çevremizi aydınlatan bir maddedir.
 B) Güneş, ampul, mum gibi kaynakların ortaya çıkardığı bir etkidir.
 C) Cam ve su gibi maddelerden geçen, boşlukta yayılan bir enerjidir.
 D) Görmemizi sağlayan bir faktördür.

Çünkü:.....

2. Hava



I

Hava



II

Hava



III

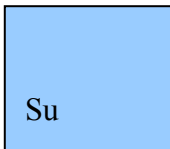
Yukarıdaki resimlerde, aynı ortamda bulunan, farklı ışık kaynakları verilmektedir. Bu kaynaklardan yayılan ışığın hızı için aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur?**

- A) $I=II=III$ B) $I > II > III$ C) $III > II > I$ D) $I > III > II$

Çünkü:.....

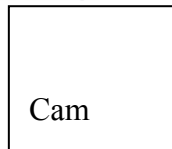
3.

Hava



Şekil 1

Hava



Şekil 2

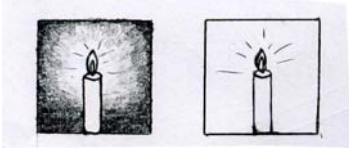
Yandaki şekillerde, ışık havadan suya ve havadan cama geçmektedir. 1 ve 2. şekillerde ışığın yayılma hızı ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **doğrudur?**

- A) Işığın hızı değişmemiştir.
 B) Işığın hızı çok azda olsa azalmıştır.
 C) Işığın hızı çok azda olsa artmıştır.

Çünkü:.....

Ek 2'nin devamı

4. Karanlık Aydınlik



Hava ortamı

Hava ortamı

Özdeş mumlardan biri karanlık, diğeri ise aydınlık hava ortamında yakılıyor. Mumların yaydığı ışık ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?

- A) Işık karanlık ve aydınlıkta eşit uzaklıklara yayılır.
- B) Işık karanlıkta daha uzağa yayılır.
- C) Işık aydınlıkta daha uzağa yayılır.
- D) Yayılma uzaklıkları ile ilgili bir şey söylenemez.

Çünkü:.....

5.



Yandaki resimde ayakkabıların kırmızı görünmesinin sebebi aşağıdakilerden **hangisidir**?

- A) Ayakkabıların kırmızı boya ile boyanmış olması
- B) Ayakkabıların kırmızı renkteki ışığı tutması
- C) Ayakkabıların kırmızı renkteki ışığı yansıtması
- D) Ayakkabıların kırmızı renkteki ışığı kırması

Çünkü:.....

6. Yandaki resimde siyah bir çanta görülmektedir. Siyahın oluşumu ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- A) Gelen ışığın tutulduğu (soğurulduğu), yansıyan ışığın olmadığı durumlarda siyah oluşur.
- B) Bütün renklerin birleşmesiyle siyah oluşur.
- C) Cisimlere gelen ışığın kırılmaması siyahın oluşmasının sağlar.
- D) Gelen ışığın tamamının yansınmasıyla siyah elde edilir.



Çünkü:.....

7.



Yandaki şekilde beyaz bir porselen fincan verilmektedir. Bu fincanın beyaz görünmesinin **sebebi nedir**?

- A) Fincanın, üzerine düşen ışığın tamamını (soğurması) tutması
- B) Fincanın, beyaz rengi yansıtır, diğer renkleri (soğurması) tutması
- C) Fincanın, herhangi bir renge boyanmamış olması
- D) Fincanın, üzerine düşen ışığı tutmayarak hepsini yansıtması

Çünkü:.....

Ek 2'nin devamı

8. Çevreye atılan cam şişelerin yaz aylarında orman yangınlarına sebep olduğunu duymuşsunuzdur. Bu olayın gerçekleşmesinde cam şişelerin hangi özelliği **etkilidir**?

- A) Cam şişenin ışığı yansıtması
- B) Şişeye çarpan ışığın etrafa yayılması
- C) Cam şişenin ışığı bir noktada toplaması
- D) Şişeye çarpan ışığın şiddetinin artması

Çünkü:.....

9. Denizlerin mavi görünmesinin sebebi **ne olabilir**?

- A) Deniz suyunun güneş ışığının kırmızı tonlarını soğurup, mavi tonlarını yansıtması
- B) Deniz suyunu oluşturan moleküllerin mavi renkli olması
- C) Gökyüzünün mavi renginin, denizlere çarparak gözümüze yansması
- D) Deniz suyunun ışığın mavi tonlarını daha çok (tutması) soğurması

Çünkü:.....

10. Gökyüzünün mavi görünmesinin sebebi **ne olabilir**?

- A) Bulutların mavi olması
- B) Işığın mavi tonlarının atmosferde daha çok saçılmaya uğraması
- C) Havayı oluşturan azot, oksijen ve karbondioksit gazlarının mavi rengi oluşturması
- D) Denizlerin mavisinin gökyüzüne yansması

Çünkü:.....

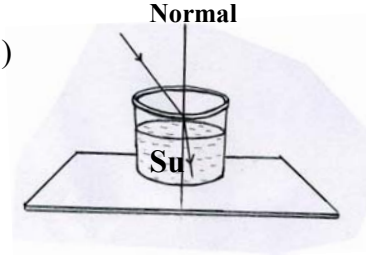
11. Aşağıda verilenlerden hangisi **ışığın kırılmasını** göstermektedir?

A)



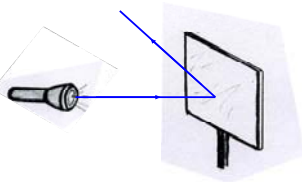
Işığın eğilmesi

B)



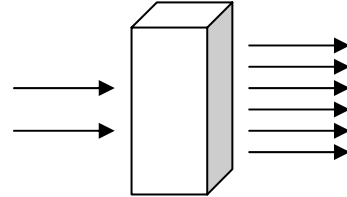
Işığın farklı saydam ortamlarda doğrultu değiştirmesi

C)



Işık ışınlarının bir engelle çarparak yön değiştirmesi

D)

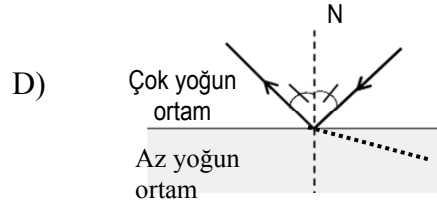
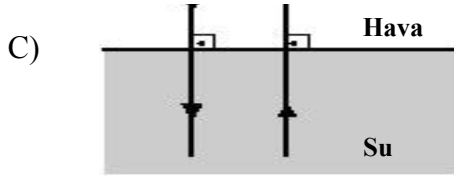
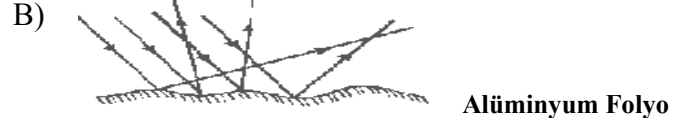
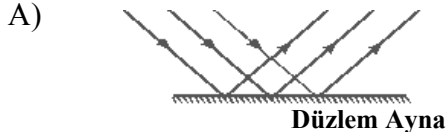


Işık ışınlarının miktarının artması

Çünkü:.....

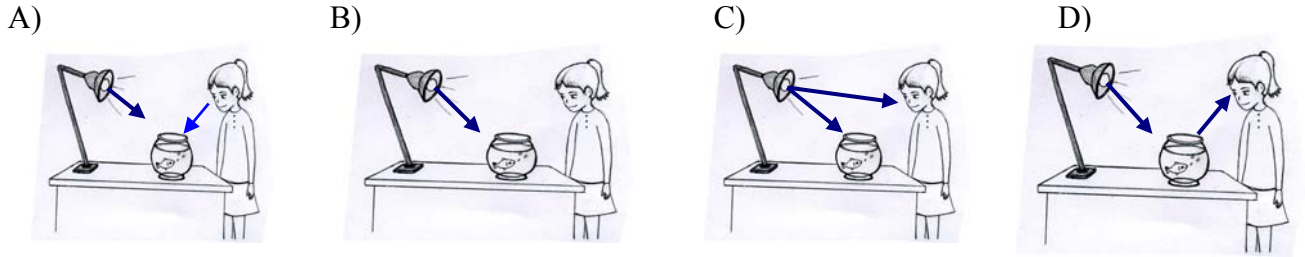
Ek 2'nin devamı

12. Aşağıda verilenlerden hangisi **tam yansıma** olayını göstermektedir?



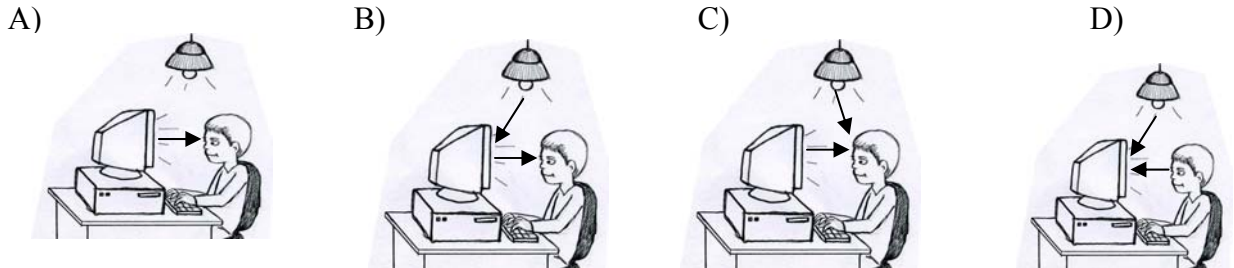
Çünkü:.....

13. Öğrencinin akvaryumdaki balığı görmesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?



Çünkü:.....

14. Aşağıda verilenlerden hangisinde öğrencinin bilgisayar ekranındaki yazıyı görmesi **doğru olarak verilmiştir**?



Çünkü:.....

15.



Tamamen karanlık bir odada, sehpanın üzerinde bir saksı menekşe bulunmaktadır. Ali'nin bu karanlık ortamda, menekşeyi görmesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- A) Göremez
B) Karanlık odada 5-10 dakika kaldıktan sonra görebilir
C) Görebilir
D) İlk 5-10 dakika görür daha sonra göremez

Çünkü:.....

Ek 3 Işık Ünitesi Başarı Testi

Sevgili öğrenciler bu test “Işık” ünitesinde elde ettiğiniz kazanımları ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır. Yöneltilen soruları dikkatlice okuyup, sizin için uygun olan seçeneğini işaretleyiniz. Teşekkür ederiz.

Ad Soyad:

No:

Sınıf:

Okul:

1. Aşağıda verilen olayların hangisi veya hangilerinin gerçekleşmesinde ışığın soğurulması etkilidir?

- I. Bir cismin siyah görünmesi
- II. Kış aylarında koyu renk kıyafetlerin tercih edilmesi
- III. Teleskop ile gök cisimlerinin incelenmesi
- IV. Yaz aylarında cildin bronzlaşması

- A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve IV D) I, II, III ve IV

2. Aşağıda verilen olaylardan hangisi veya hangileri ışığın farklı bir enerjiye dönüşmesine örnektir?

- I. Kaloriferin odayı ısıtması
- II. Işıklar altındaki stüdyoda haber sunan spikerin terlemesi
- III. Ormanlık alanlara atılan cam şişelerin yangına sebep olması
- IV. Mikrodalga fırında kekin pişmesi

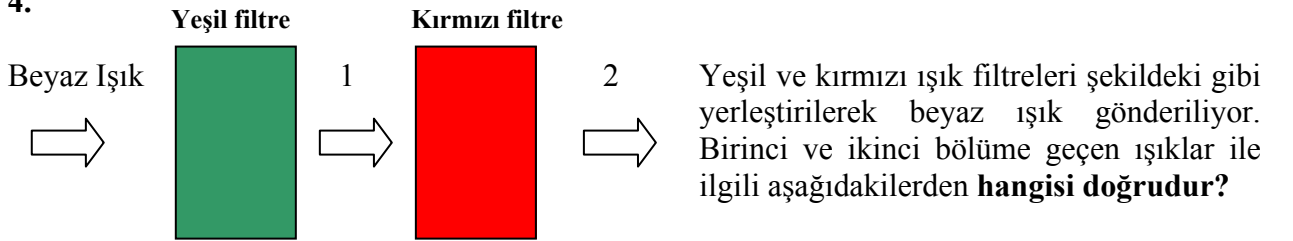
- A) II, III ve IV B) I ve IV C) I, II ve IV D) II ve III

3. Aşağıdakilerden hangisi veya hangilerinde göremediğimiz ışıkların (X ışınlar, kızıl ötesi, mor ötesi ışınlar gibi) etkisi **yoktur?**

- I. Röntgen cihazı II. Teleskop III. Mikroskop IV. Baz istasyonu

- A) II ve IV B) II ve III C) III ve IV D) II, III ve IV

4.



	1.Bölüm	2. Bölüm
A)	Beyaz	Geçen ışık yok
B)	Yeşil	Kırmızı
C)	Beyaz	Kırmızı
D)	Yeşil	Geçen ışık yok

Ek 3'ün devamı

5. Güneş ışığı altında beyaz olarak görünen bir gömleğe, mavi bir gözlük ile bakıldığında gömlek mavi olarak görünmektedir. Aynı gömleğe, **aynı gözlük ile kırmızı ışık** altında bakılırsa gömlek nasıl görünür?

- A) Kırmızı B) Mavi C) Siyah D) Beyaz

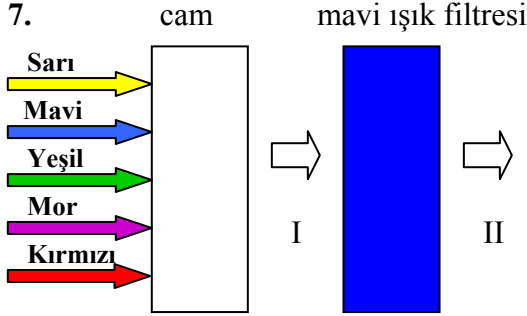
6.



Mavi, kırmızı ve yeşil ışıklar şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Bu üç ışığın **çakıştığı** bölge nasıl görünür?

- A) Sarı B) Pembe C) Mor D) Beyaz

7.



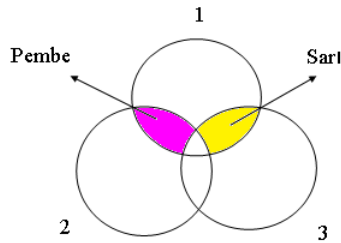
Yandaki şekilde verilen cam; kırmızı, mavi ve yeşil ışığı geçirmektedir. Camın arkasına mavi ışık filtresi yerleştirilmiştir. Işık filtresi ile camın yerleri değiştirilirse, II numara ile gösterilen bölgeye hangi **renk ulaşabilir?**

- A) Kırmızı B) Mavi C) Yeşil D) Sarı

8. Arzu, kırmızı etek ve beyaz ayakkabılar ile bir partiye katılıyor. Partide eteğinin siyah, ayakkabılarının ise yeşil görüldüğünü fark ediyor. Bu durumun sebebi **ne olabilir?**

- A) Partinin yapıldığı salonun yeşil ışıkla aydınlatılması
B) Kırmızının gelen ışığı yansıtması
C) Ayakkabıların yeşil ışığı soğurması
D) Parti salonunun beyaz ışıkla aydınlatılması

9.



Yanda verilen şekilde 1,2 ve 3 numaralı bölümler hangi renkleri göstermelidir?

1	2	3
A) Mavi	Yeşil	Kırmızı
B) Yeşil	Mavi	Kırmızı
C) Kırmızı	Mavi	Yeşil
D) Kırmızı	Yeşil	Mavi

10. "Işık filtreleri" ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Işık filtreleri kendi rengindeki ışığı geçirir.
B) Işık filtrelerinde ışığın soğurulması özelliği görülmektedir.
C) Işık filtreleri zararlı ışıklardan korunmak amaçlı kullanılabilir.
D) Işık filtresi kendi rengindeki ışığı soğurur.

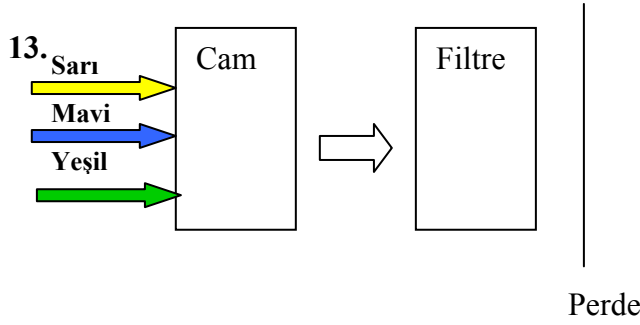
Ek 3'ün devamı

11. Beyaz ışık bir prizmadan geçirildiğinde yedi renge ayrılmaktadır. Aşağıdakilerden hangisi bu olayın sebeplerinden **değildir**?

- A) Beyaz ışığın bütün renkleri içermesi
B) Işığın prizmada kırılması
C) Işığın ortam değiştirmesi
D) Prizmanın ışığı soğurması

12. Aşağıdaki olayların hangisinde “ışığın kırılması” etkili **değildir**?

- A) Aynada cisimlerin görüntüsünün oluşması
B) Görme olayı
C) Dürbün ile cisimlerin gözlenmesi
D) Gökkuşağının oluşması



Yandaki şekilde sarı ve maviyi geçiren cama gelen ışınlar daha sonra bir ışık filtresinden geçiriliyor. Perdeye düşen görüntü siyah olduğuna göre ışık filtresinin rengi aşağıdakilerden hangisi veya hangileri **olamaz**?

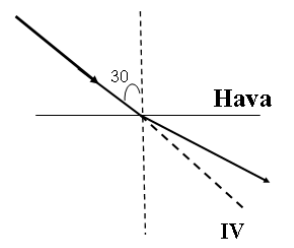
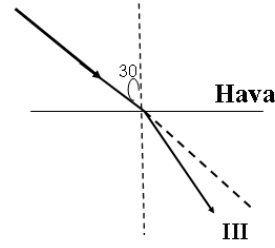
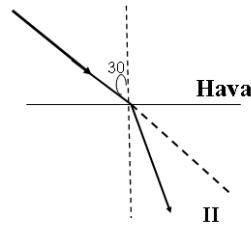
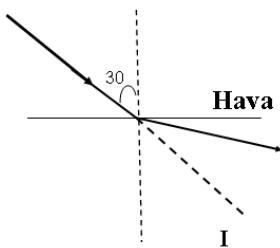
I. Yeşil II. Mavi III. Kırmızı IV. Sarı

- A) Yalnız II
B) II ve IV
C) I ve II
D) III ve IV

14. Işığın “yansıma” ve “kırılması” ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Kırılma olayında ışık ortam değiştirirken, yansıma olayında ortam değiştirmez.
B) Kırılma ve yansıma olaylarının her ikisinde de ışığın yönü değişir.
C) Her iki olayda da ışığın hızı değişmez.
D) Işık kırılırken bu sırada bir bölümü de yansıyabilir.

15. Aşağıda verilen şekillerde ışığın havadan farklı saydam ortamlara geçişi görülmektedir. Işığın gelme açıları her durum için eşit olduğuna göre ortamların yoğunluklarını **küçükten büyüğe** sıralayınız?



A) I<IV<III<II

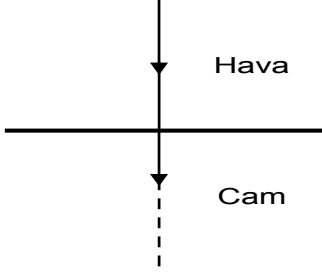
B) II<III<IV<I

C) IV<I<II<III

D) II<I<III<IV

Ek 3'ün devamı

16.



Yandaki şekilde ışığın havadan cama geçişi verilmektedir. Bu durumda aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri **yanlıştır**?

- I. Işık doğrultu değiştirerek camda yoluna devam etmiştir.
- II. Işık kırılmadan cama geçmiştir.
- III. Cama geçen ışığın hızı değişmemiştir.
- IV. Ortamların kırıcılığı aynıdır.

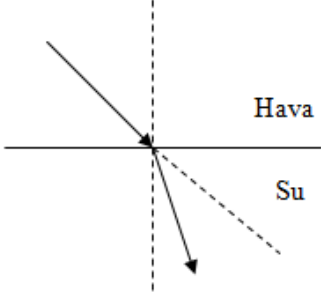
A) Yalnız III

B) I ve II

C) I, III ve IV

D) I, II ve III

17.



Yandaki şekilde verilen kırılma olayı için aşağıdakilerden hangisi veya hangileri **doğrudur**?

- I. Işık az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçmiştir.
- II. Işık normalden uzaklaşarak kırılmıştır.
- III. Işığın hızı azalmıştır.
- IV. Işık doğrultu değiştirmiştir.

A) Yalnız IV

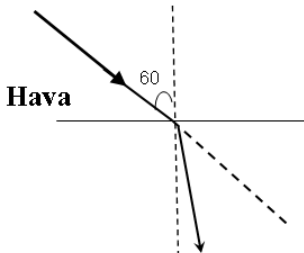
B) II ve III

C) I ve IV

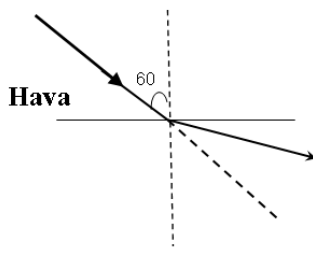
D) I, III ve IV

18. Aşağıda verilen şekillerde 60° lik gelme açısına sahip ışığın havadan, farklı saydam ortamlara geçişi verilmiştir. Verilenlerden hangisinde ışığın hızı **en fazladır**?

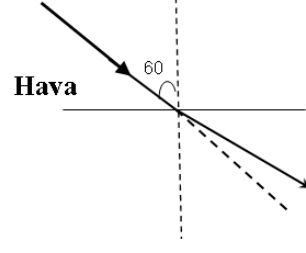
A)



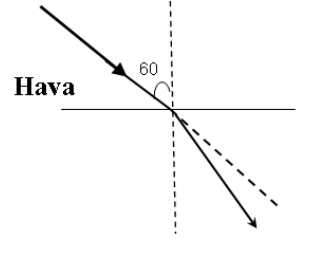
B)



C)



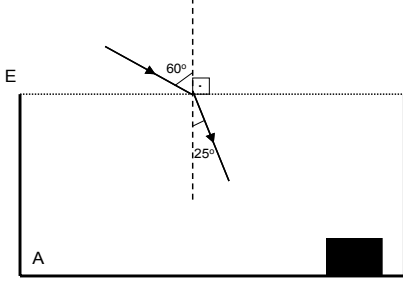
D)



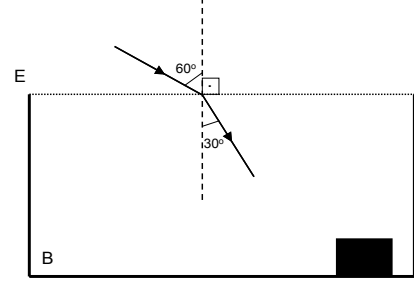
Ek 3'ün devamı

19. Aşağıda E ortamından 60° lik açı gelen ışığın A, B, C ve D sıvılarında izlediği yol verilmektedir. Hangi sıvının tabanına bırakılan cisim sıvı yüzeyine daha **yakın görünür**?

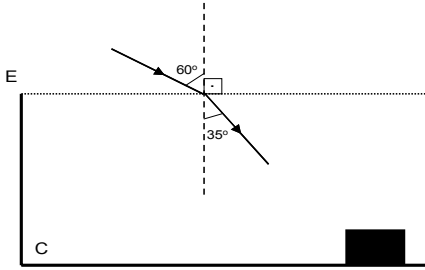
A)



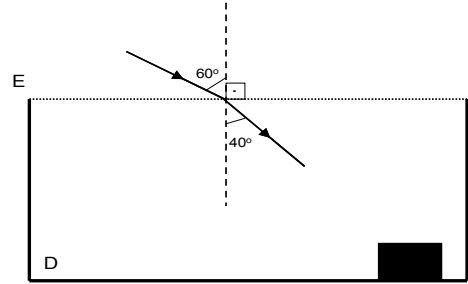
B)



C)



D)



20. I. Kalın kenarlı mercek uzak cisimleri net görmek, ince kenarlı mercek ise yakın cisimleri ayrıntılı görmek amacıyla kullanılır.

II. Kalın kenarlı mercekler ışığı dağıtarak kırarken, ince kenarlı merceklerde kırılan ışık bir noktada toplanır.

III. Işıldaklarda ince kenarlı mercekler kullanılır.

IV. İnce kenarlı mercekler genellikle cisimleri daha büyük gösterirken, kalın kenarlı mercekler cisimleri olduğundan küçük gösterir.

Merceklerle ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri **doğrudur**?

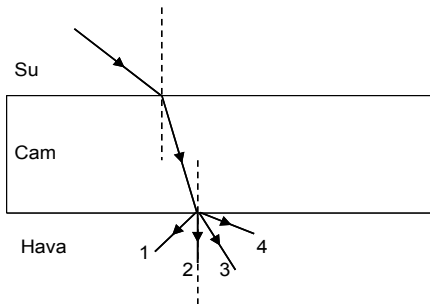
A) I, II ve IV

B) I ve II

C) III ve IV

D) Yalnız III

21.



Yandaki şekilde ışığın farklı ortamlara geçişi gösterilmektedir. Işık camdan havaya geçtiğinde **hangi yolu takip eder**?

A) 1

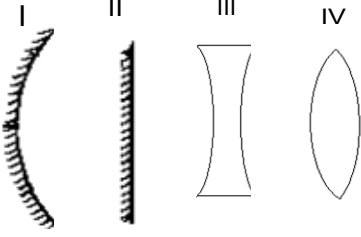
B) 2

C) 3

D) 4

Ek 3'ün devamı

22.

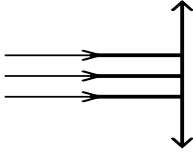


Yanda verilenlerden hangisi veya hangilerinde ışık demetleri **hem kırılma hem de yansımaya uğrar?**

- A) Yalnız I
C) III ve IV

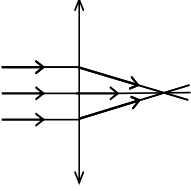
- B) I ve II
D) II ve III

23.

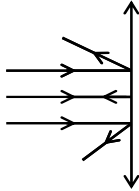


Yandaki şekilde merceğe gelen ışık demetinin, merceklerle etkileşimden sonra izleyeceği yol aşağıdakilerden hangisinde **verilmiştir?**

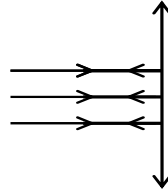
A)



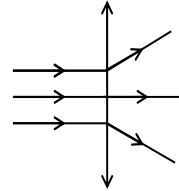
B)



C)



D)



24. Eda katılacağı bir parti için kırmızı bir elbise satın almıştır. Ancak elbisesi ile aynı renk bir çantaya sahip değildir. Parti salonunun kırmızı ışıkla aydınlatılacağına öğrenen Eda, nasıl bir çanta kullanırsa elbisesi ile çantasının **aynı renk görünmesini sağlayabilir?**

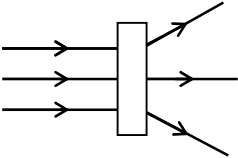
A) Mavi

B) Yeşil

C) Siyah

D) Beyaz

25.

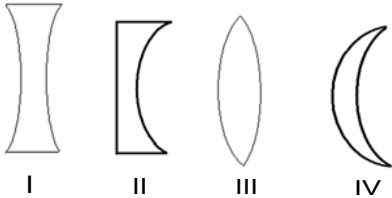


Bilinmeyen bir cisme gelen ışık demetinin cisimle etkileştikten sonra şekildeki gibi hareket ettiği gözlemlenmiştir. Verilen **cisim nedir?**

- A) İnce kenarlı mercek
C) Yakınsak mercek

- B) Düzlem ayna
D) Kalın kenarlı mercek

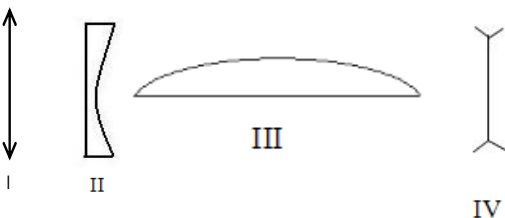
26. Aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri ışık demetlerini **dağıtarak kırar?**



- A) I ve II
C) III ve IV

- B) Yalnız I
D) II ve IV

27.



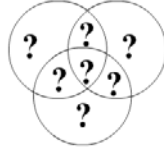
Yanda verilenlerden hangisi veya hangileri ışık demetlerini kırarak bir noktada **toplar?**

- A) I ve IV
C) II ve III

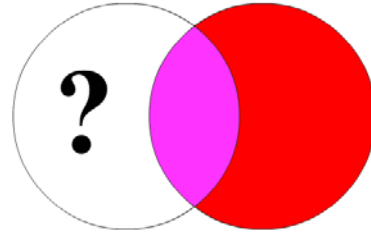
- B) I ve III
D) I, II ve IV

Ek 4. “Rengi Bul” Bilgisayar Oyunu

Renkleri Bulalım



Oyunumuza Hoş Geldiniz.



Soru işareti ile gösterilen alan hangi renk olmalıdır?



Yeşil



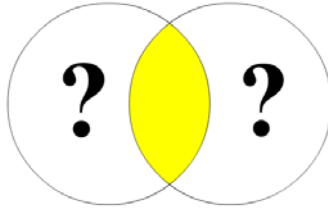
Mavi



Sarı



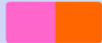
Turuncu



Soru işareti ile gösterilen alanlar hangi renk olmalıdır?



Mavi
Beyaz



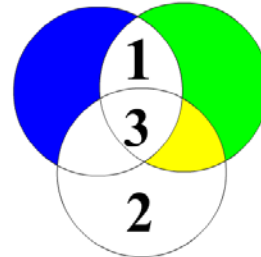
Pembe
Turuncu



Kırmızı
Yeşil



Mavi
Yeşil



Soru işareti ile gösterilen alanlar hangi renk olmalıdır?



Yeşil
Mavi
Kırmızı



Yeşil
Mavi
Pembe



Pembe
Turuncu
Açık Mavi



Açık Mavi
Kırmızı
Beyaz



Ek 5. Yasal İzin

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.61.00.04-01.040/ **10136** **24 MART 2009**

Konu : Araştırma İzni.

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı doktora öğrencisi Emine ÇİL'in Müdürlüğümüze bağlı İlimiz Merkez ve Akçaabat İlçesindeki İlköğretim Okullarında doktora tezi kapsamında çalışmalar yapmak isteği Müdürlüğümüze incelenmiştir.

Adı geçen kişinin "Bilimin Doğasının İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerine Işık Ünitesi İçerisinde Doğrudan Yansıtıcı ve Kavramsal Değişim Destekli Doğrudan Yansıtıcı Yaklaşım ile Öğretilmesi " konulu araştırmasını Müdürlüğümüze bağlı İlimiz Merkez ve Akçaabat İlçesindeki İlköğretim Okullarında ses ve video kaydı için okul yönetiminden, ders öğretmeninden ve öğrenci velilerinden izin alınması kaydı ile uygulamak isteği Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.


Selim Yavuz SANDIKÇI
Milli Eğitim Müdürü


OLUR
24/03/2009
Hüseyin ECE
Vali a.
Vali Yardımcısı

 Trabzon Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü
Ayrıntılı bilgi: M.EYÜPOĞLU İl Milli Eğitim Md. Yrd.
Tlf: 462 230 20 94 (323) – 230 39 95
Faks : 230 20 96
e-posta : trabzonmem@meb.gov.tr
ilgiedinme61@meb.gov.tr
kultur61@meb.gov.tr

www.saglamokul.meb.gov.tr www.basbakanlik.gov.tr www.milliegitim.gov.tr

Ek 6. Bilimin Doğası Kavramsal Değişim Metinleri

Bölüm1: Işığın Soğurulması

Kavramsal Değişim Metni: *Işıktan Faydalanma*

Hazırlanma Amacı: *Geçici unsur*

Haberleri dinlerken, gazete okurken uzay, vücudumuzun çalışması ve sağlığı gibi çeşitli konularda bilimsel bilgiler ile karşılaşırız. Acaba bilimsel bilgiler zaman içerisinde değişir mi? Niçin? Düşüncelerinizi aşağıda bırakılan boşluğa yazın.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz



Bazılarımız bilim insanlarının birçok araştırma sonucunda sadece kesin kanıtlara dayalı olarak sonuca ulaştıklarını düşünebilir. Buna bağlı olarak da bilimin hata yapmayacağına inanırız. Bütün bu sebeplerden dolayı bilimsel bilgilerin **asla değişmeveceğini düşünebiliriz.**

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

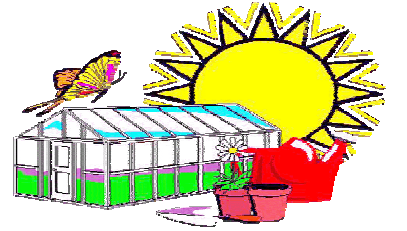
Doğru Düşünceler



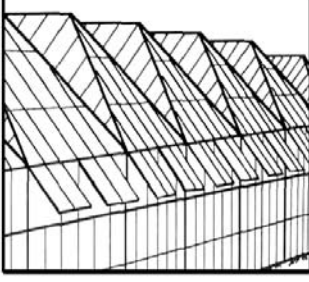
Bilim insanlarının yaptığı araştırmalar sonucu bilimsel bilgilerimiz **sürekli değişir ve gelişir.**

Doğru düşüncemizi bir örnekle somutlaştırabiliriz. İnsanoğlu yüzyıllar öncesinde Güneş ışığından faydalanmaya başlamışlardır. İlk seralar, İtalya'da Romalılar döneminde yapılmıştır. Bu dönemde güneye bakan kuytu yamaçlarda açılan çukurların üzeri şeffaf malzemelerle kapatılmıştır.

İlerleyen dönemlerde, bu yapılarda ışık miktarının az olduğu belirlenerek, yapı içine giren ışık miktarını arttırmak amacıyla pencere alanı fazlaştırılmıştır. Çatının yanı sıra yan duvarlara da pencereler yapılmıştır.



Ek 6'nın devamı



Günümüzde ise sera yapımında daha farklı uygulamalar yapılmaktadır. Şimdiye kadar dik olarak yapılan seraların ön ve arka yüzeylerinin, yan duvarlarının, üzerindeki üçgen şeklindeki kısımlar eğimli olarak yapılmaya başlanmıştır. Böylece bu yüzeylerden de, yeteri kadar güneş ışığının sera içine girmesine amaçlanmaktadır. Ayrıca bu yüzeylerin eğimli olması ile rüzgarın bu yüzeylere yapacağı etki miktarı da azaltılmış olmaktadır. Belki de bundan yirmi yıl sonra sera yapımında çok daha farklı tekniklerden yararlanılacaktır.

Sonuca Varalım

1. Romalılar seracılıkta nasıl uygulamalar yapmışlardır?

.....

.....

.....

.....

2. Günümüzde seracılıkta kullanılan teknikler nelerdir?

.....

.....

.....

.....

3. Romalılardan günümüze seracılıkta ne tür değişiklikler olmuştur?

.....

.....

.....

.....

4. Bilimsel bilgilerimiz zamanla değişebilir mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 2: Işık ve Renkler

Kavramsal Değişim Metni: Kanıtlar ve Bilgiler

Hazırlanma amacı: DeneySEL unsur, beyaz ışık bütün renkleri içerir

Okulda öğrendiğimiz, günlük hayatta karşılaştığımız fen ile ilgili bilgilerimizin büyük çoğunluğu deney ve gözlemlerden elde edilir. Acaba fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir? Cevabınızı aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

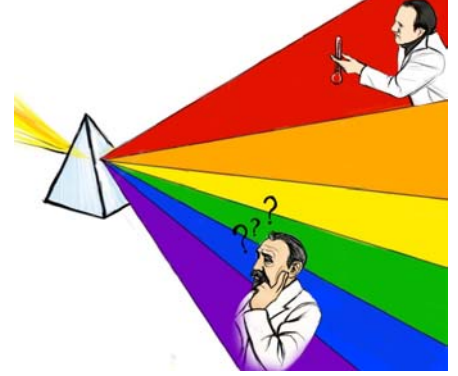
Yanlış Düşüncelerimiz	
	Bazılarınız deneylerin <u>sadece bilgilerimizi ispatlamak için yapıldığına</u> inanabilir. Çünkü Fen derslerinde yaptığımız deneyler genellikle, çeşitli konulardaki bilgilerin sınıf ortamında ispatlanmasına yöneliktir.
	Birçoğunuz deneylerden elde edilen kanıtların (gözlemlenen durumların) bilgilerimiz (ulaşılacak sonuç) olduğunu düşünebilir. <u>(Kanıtlar ile bilgiler aynıdır)</u> . Çünkü duyu organlarımız veya çeşitli araçlar ile gözlem yapamadığımız konularda bilgi sahibi olamayacağımızı düşünürüz.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Deneyler sadece bilgilerimizi ispatlamak için yapılmaz. Deneyler incelenen durum ile ilgili veri toplamak amacıyla yapılır. Bir deney sırasında edilen verilerden yola çıkarak yeni deneyler tasarlanabilir. Buda yeni keşiflerin yapılmasına yol açabilir.
	Toplanan kanıtlar ile bilgilerimiz aynı değildir. Bilim insanları deney ve gözlem sonucu elde ettikleri kanıtları yorumlayarak sonuca ulaşır.

Ek 6'nın devamı

Bu düşüncelerin doğru olduğunu gösteren bir örnek verebiliriz. Öncelikle beyazın bütün renklerin birleşimi olduğu keşfedilmiştir. Daha sonra Alman bir bilim insanı yaptığı deneyde kırmızı rengin ötesine bir termometre tutmuştur. Termometredeki değerin **arttığını fark etmiştir (kanıt)**. Bu olayı, kırmızı ışığın ötesinde gözle görülmeyen ve ısı yayan ışığın mevcut olduğu **şeklinde yorumlamıştır (bilgi)**. Bu ışınlar kızılötesi olarak adlandırılmıştır. Bugün elektronik aletlerin uzaktan kumandalarda bu ışınlardan faydalanılmaktadır. Bu keşiften sonra, bilim insanları mor ışığın arkasında gözle görülemeyen ışınların olup olmayacağını araştırmaya başlamışlardır. Böylelikle mor ötesi ışınlar, daha sonraki çalışmalar ile de radyo dalgaları ve bunu da takiben röntgen ışınları keşfedilmiştir.

**Sonuca Varalım**

1. Kızılötesi ışınların günlük yaşantımızdaki kullanım alanlarına örnekler veriniz.

.....

.....

.....

.....

2. Kızılötesi ışınlar nasıl keşfedilmiştir?

.....

.....

.....

3. Kızılötesi ışınların keşfi insanların algılayamadığı diğer ışınların keşfini nasıl etkilemiştir?

.....

.....

.....

4. Bilim insanları duyu organları veya çeşitli araçlar kullanarak gözlem yapamadıkları durumlarda bilimsel sonuçlar elde edebilirler mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

5. Fen bilimlerinde deneyler niçin önemlidir? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 2: Işık ve Renkler

Kavramsal Değişim Metni: *Bil Bakalım Ben Neyim?*

Hazırlanma Amacı: *Gözlem ve çıkarım arasındaki fark, öznel, geçici, beyaz ışık bütün renkleri içerir, cisimlerin renkli görülmesi*

Bilim insanları çalıştıkları konu hakkında çeşitli deneyler düzenler, doğrudan veya çeşitli araçlar kullanarak gözlemler yaparlar. Gözlem yapmanın mümkün olmadığı veya olayın küçük bir bölümünün gözlemlenebildiği durumlarda bilimsel sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir mi?

() Evet

() Hayır

Neden böyle düşündüğünüzü aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Çoğumuz bilim insanlarının üzerinde çalıştığı konuyu/olayı doğrudan veya çeşitli araçlar yardımıyla mutlaka görmeleri gerektiğine düşünebilir. Eğer onu görmezlerse söylediklerinin doğru olmayacağına inanırız.
	Bazılarımız bilgilerimizin tek kaynağının deney ve gözlemler olduğunu düşünürüz. Çünkü deneyde gözlemlenenlerin bilgilerimiz olduğuna inanırız.

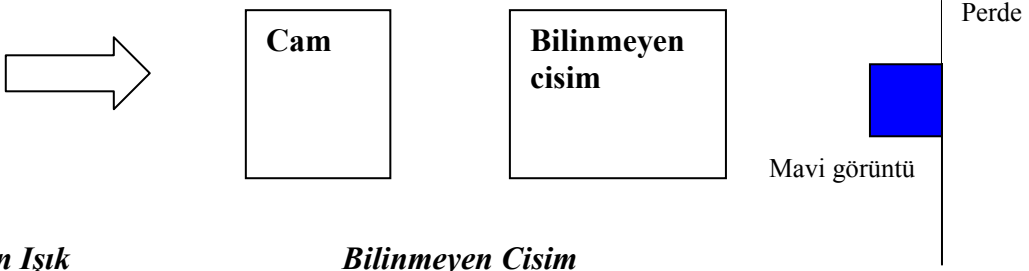
Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Bilim insanları üzerinde çalıştıkları konuyu her zaman göremeyebilirler. Bazen de konu ile ilgili az sayıda veriye sahip olabilirler. Böyle durumlarda da sonuca ulaşabilirler.
	Bilim insanları az sayıdaki veriden yola çıkarak veya küçük ipuçlarını kullanarak çıkarımda bulunabilirler. Çıkarımda bulunurken gözlemden elde edilen verileri mantıklı bir şekilde, kendi düşünce sistemini de kullanarak yorumlarlar.

Yapacağımız bir etkinlik ile bu düşüncelerin doğruluğunu gösterebiliriz.

Ek 6'nın devamı

Aşağıda bilinmeyen renklerden oluşan ışık önce düz camdan daha sonra ne olduğu bilinmeyen bir cisimden geçmektedir. En arkada bulunan perde üzerinde mavi renkte bir görüntü oluştuğuna göre, gelen ışığın rengi ve bilinmeyen cisim ne olabilir? Tahminlerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız?



Gelen Işık

Bilinmeyen Cisim

.....

.....

Yukarıda verilen etkinlikte neleri gözlemlediniz? (Duyu organlarınız ile algılayabildikleriniz nelerdir?)

Gözlemlerim

.....

Etkinlikte gözlemleyemediğiniz halde mevcut bilgilerimiz doğrultusunda çıkarımlarınız (mantık yürüterek ulaştıklarınız) nelerdir?

Çıkarımlarım

.....

Sonuca Varalım

1. Gelen ışığın rengi ile bilinmeyen cismin ne olduğuna nasıl karar veridiniz?

.....

2. Bir olay hakkında gözlem yapmak ile olay hakkında çıkarımda bulunmak arasındaki farklılıklar nelerdir?

.....

3. Sınıfınızda gelen ışığın rengi ve bilinmeyen cismin ne olduğu konusunda farklı fikirler var mı? Bilim insanları da bir konuda aynı verilere sahip olmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşabilirler mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

4. Gelen ışığın rengi ve perdenin önündeki cismin ne olduğundan emin misiniz? Bilimsel bilgilerimiz her zaman kesin doğruları ortaya koyabilir mi? Bu konudaki görüşlerinizi sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 2: Işık ve Renkler

Kavramsal Değişim Metni: *Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?*

Hazırlanma Amacı: *Geçici unsur, cisimlerin renkli görülmesi*

Haberleri dinlerken, gazete okurken hatta kendi vücudumuzun çalışması ve sağlığı ile konularda bilimsel bilgiler ile karşılaşırız. Acaba bilimsel bilgiler zaman içerisinde değişir mi? Niçin? Düşüncelerinizi aşağıda bırakılan boşluğa yazın.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz



Bazılarımız bilim insanlarının güvenilir kişiler olduğuna, onların ürettikleri bilgilerin kesin doğrular olduğuna inanabilir. Bu nedenle bilimsel bilgilerin **asla değişmeyeceğini** düşünebilir.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler



Bilim insanlarının yaptığı araştırmalar sonucu bilimsel bilgilerimiz **sürekli değişir ve gelişir.**

Bu düşüncelerimizin doğruluğunu bir etkinlikle gösterebiliriz.

Ayşe ile Zeynep arkadaşları Emine'nin doğum günü partisinde giyecekleri elbiseler hakkında konuşuyorlar. Partide her ikisi de aynı renk elbise giymek için sözleşiyorlar.



Ek 6'nın devamı



Parti salonunda karşılaştıklarında Ayşe ile Zeynep'in ikisi de kırmızı elbise giydiklerini görüyorlar. Sizce iki arkadaş hangi renk kıyafet giymek için anlaşmışlardır? Düşüncelerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız.

Çünkü.....

Partinin başlaması ile salonda renkli ışıklar yanıp sönmeye başlıyor. Bu sırada Ayşe ve Zeynep elbiselerinin mavi, kırmızı ve yeşil gibi değişik renklere dönüştüğünü fark ediyorlar. Bu durumun sebebi ne olabilir? Düşüncelerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız.



Çünkü.....



Parti sona erdiğinde salonun çıkışında, Ayşe ve Zeynep aslında sözlerini tuttuklarını fark ediyorlar. Acaba partide giyilen kıyafetlerin rengi nedir? Niçin?

Çünkü.....

Etkinlikte size verilen ipuçları ile yanıtınız değişti mi? Fen bilimleri alanındaki bilgilerimiz de zaman içerisinde değişikliğe uğrayabilir mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 3: Işığın Kırılması

Kavramsal Değişim Metni: *Hangi Işık Daha Hızlı?*

Hazırlanma Amacı: *Deneyssel unsur, ışık hızı kaynağa bağlı değildir*

Aşağıdaki resimlerde aynı ortamda bulunan farklı ışık kaynakları verilmektedir. Bir bilim insanı olarak sizden, bu ışık kaynakları tarafından yayılan ışığı **en hızlıdan en yavaşa doğru sıralamanız** istense cevabınız ne olurdu? Bu sıralamanın doğru olduğuna karşınızdaki insanı nasıl inandırabilirsiniz?



Resim-1



Resim-2



Resim-3

Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Bazılarınız 3>2>1 şeklinde sıralamış olabilirsiniz. Mumun zayıf bir ışık kaynağı olduğu için mumdan yayılan ışığın en yavaş olduğu düşünebilirsiniz. Sokak lambalarının ise güçlü bir ışık kaynağı olmasından dolayı bu kaynaktan yayılan ışığın daha hızlı olduğunu düşünebilirsiniz.
	Bu durumda sadece kendi kişisel düşünceniz ile sonuca ulaşmış olursunuz. Ortaya attığınızı fikri destekleyecek kanıtlarınız yoktur.

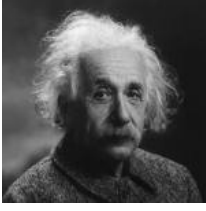
Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Verilen resimlerin üçünde de ışığın yayılma hızı aynıdır. Doğru sıralama 1=2=3 şeklindedir. Çünkü ışığın yayılma hızı, kaynağına bağlı değildir.
	Bilim insanları sadece kendi kişisel düşüncelerine dayalı olarak açıklama yapmazlar. Bilim insanlarının yaptıkları açıklamalara kendi düşüncelerini de katarlar. Ancak bu düşünceleri mutlaka bir takım verilere dayanır.

Ek 6'nın devamı

Hertz

Işığın boşlukta bir saniyede aldığı yol ışık hızı olarak adlandırılır. Işık hızı boşlukta yaklaşık 300.000 km/s dir. Sınıf şartlarında ispatlamak mümkün olmasa da, **ışık kaynağının büyüklüğü ve şiddeti ne olursa olsun ışığın yayılma hızı ortam sabit kalmak şartıyla değişmez.** Bu durum bu konuda çalışan bilim insanlarını bile şaşırtmıştır. Çünkü bazı bilim insanları ışık kaynağının şiddeti arttıkça, ışık ışınlarının daha hızlı hareket edeceğini düşünmekteydiler. Ancak Alman fizikçi Hertz yaptığı deneyler



sonucunda **ışık kaynağı değiştikçe ortama yayılan ışık ışınlarının miktarının değiştiğini, ancak ışık ışınlarının hızlarında bir değişme olmadığını belirlemiştir.** Einstein'da daha sonraki çalışmalarında ışık hızının, ışık kaynağına bağlı olmadığını belirli bir ortamda ışığın hızının sabit olduğunu açıklamıştır. Bu göstermektedir ki bilimsel bilgiler kişisel inanç ve düşüncelerden daha çok deneysel verilere ihtiyaç duymaktadır.

Einstein

Sonuca Varalım

1. Işığın boşluktaki yayılma hızı nedir?

.....

2. Işık kaynağının büyüklüğü ile ışığın yayılma hızı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

.....

3. Hertz ve Einstein'ı şaşırtan nedir?

.....

4. Işığın yayılma hızı hakkında bilim insanlarının düşünceleri ile elde ettikleri deneysel sonuçları karşılaştırınız.

.....

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

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 3: Işığın Kırılması

Kavramsal Değişim Metni: Bilye

Hazırlanma Amacı: Hayal Gücü ve yaratıcılık unsuru, ışığın yayılma hızı ortama bağlıdır

Bilim insanları tarafından öne sürülen fikirlerin doğruluğu hakkında karar verirken sunulan bilgilerin hangi deney ve gözlem sonucunda elde edildiğine bakarız. Acaba bilim insanları, çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı? Düşüncelerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Çoğumuz bilimsel bilgilerimizin <u>tek kaynağının deney ve gözlemler</u> olduğunu düşünebilir.
	Birçoğumuz hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel bilgiler elde etmede <u>kullanılmadığını düşünebilir</u> . Bilim insanları çalışmalarında <u>hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlarsa elde edilen sonuçların hatalı olabileceğine inanabilir</u> .

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Bilimsel bilgilerimizin <u>tek kaynağı deneyler değildir</u> .
	Bilimsel bilgilerimiz, <u>kısmen hayal gücü ve yaratıcılığa bağlıdır</u> .
	Bilim insanları elde ettikleri <u>verileri yorumlarken, sonuca ulaşırken, sınırlı sayıdaki verilerde eksik kısımları tamamlarken</u> hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar.

Ek 6'nın devamı

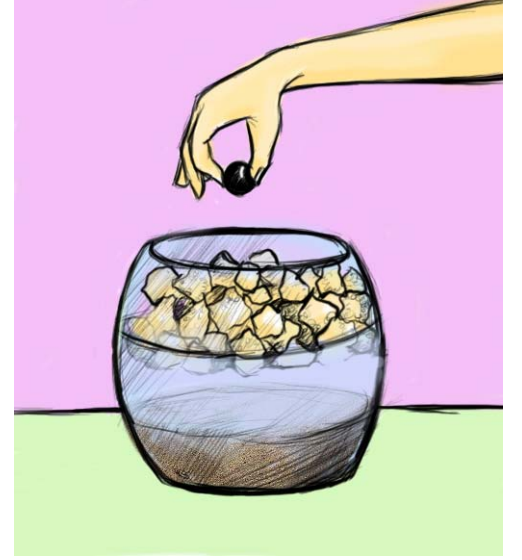
Bu düşüncelerin doğruluğunu bir etkinlikle de gösterebiliriz.

Neler Kullanalım: Bilye, kum, elyaf (sünger), su, makas ve cam kap.

Nasıl Yapalım:

1. Cam kabın tabanına kum koyalım.
2. Kumun üzerin su ilave edelim.
3. Elyafı (sünger) küçük parçalar şeklinde keselim.
4. Kestiğimiz elyaf veya sünger parçalarını, cam kaptaki suyun üzerine koyalım.
5. Bilyeyi belirli bir yükseklikten cam kabın içerisine bırakalım.

Bilyenin üç farklı ortamdaki hareketini gözlemleyelim



Sonuca Varalım

1. Bilye hangi ortamda daha hızlı hareket etti?

.....

2. Bilyeyi ışığa, kum ortamı cama, suyu yine suya, sünger parçalarının bulunduğu ortamı havaya benzetelim. Bu durumda ışık hangi ortamda daha hızlı hareket etmektedir?

.....

3. Işığın farklı ortamlardaki hızını matematiksel olarak hesaplayabildiniz mi?

.....

4. Işığın farklı ortamlardaki hızını, maddenin tanecikli yapısı ile ilişkilendirerek nasıl açıklayabiliriz?

.....

5. Bazı olayların açıklanmasında hayal gücü ve yaratıcılığımızı kullanabilir miyiz?

.....

6. Bilim insanları da çalıştıkları konu ile ilgili açıklamalar yaparken, deney ve gözlemlerin yanı sıra hayal gücü ve yaratıcılıklarının kullanıyor olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.

.....

7. Bilim insanları çalışmalarının hangi aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar?

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 3: Işığın Kırılması

Kavramsal Değişim Metni: Benimle Aynı Fikirde misin?

Hazırlanma Amacı: Öznel unsur, ışığın yayılma hızı ortama bağlıdır

Bu günlerde küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve ülkemizde yaşanması muhtemel büyük depremler ile ilgili birçok açıklama yapılmaktadır. Acaba, aynı konu üzerinde çalışan bilim insanları farklı görüşlere sahip olabilir mi? Neden? Düşüncelerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Aynı konuda çalışan bilim insanlarının benzer veriler elde etmesi gerektiğini düşünürüz. Benzer veriler ışığında iki kişinin <u>birbiri ile aynı veya benzer sonuçlar elde etmesi gerektiğine inanırız.</u>

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Aynı konu üzerinde çalışan bilim insanları, aynı <u>deneyleri yapıp, benzer verilere sahip olsalar bile farklı sonuçlar ileri sürebilirler. Hatta ileri sürdükleri fikirler birbirine zıt olabilir.</u>

Bu düşüncelerimizin doğruluğunu bir örnek ile açıklayabiliriz.

Newton (1642/1727) ve Huygens (1629/1695) aynı dönemlerde yaşamış ve ışık konusunda çalışmalar yapmış bilim insanlarıdır. Newton'a göre ışık su ortamında havaya göre daha hızlı hareket etmekteydi. Huygens ise Newton'un tam tersine ışığın havadan suya geçtiğinde hızının azaldığını savunmaktaydı. Işık hızı konusunda araştırma yapan diğer bilim insanları ışığın boşluktaki, havadaki, sudaki vb. çeşitli ortamlardaki hızlarını hesaplamışlardır. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda Huygens'in görüşünün doğru olduğu yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.



Ek 6'nın devamı

Sonuca Varalım

1. Newton'a göre ışığın hava ve su ortamındaki hızları nasıldır?

.....

.....

2. Huygens'e göre ışığın hava ve su ortamındaki hızları nasıldır?

.....

.....

3. İleriki dönemlerde yapılan çalışmalar ışığın havadaki ve sudaki yayılma hızı konusunda hangi bilim insanını haklı çıkarmıştır?

.....

.....

4. Aynı konuda çalışan bilim insanları farklı sonuçlara ulaşabilirler mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 4: Mercekler

Kavramsal Değişim Metni: *Nasıl Görürüz?*

Hazırlanma amacı: *Geçici unsur, görme olayı*

Bilimin insanoğlunun varoşlu ile başladığını söyleyebiliriz. Örneğin, ilk çağlardan beri insanlar çevrelerindeki canlılar, kendi vücutları, salgın hastalıkların tedavisi ile ilgilenmişlerdir. Aşılar geliştirerek bu hastalıklar ile mücadele etmişlerdir. Yüzlerce yıldan beri bilgilerimiz katlanarak artmış ve hala da artmaktadır. Acaba bilimsel bilgilerimiz zamanla değişir mi? Cevabınızı aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Bazılarımız bilim insanlarının sadece deney ve gözleme dayalı kesin kanıtlara dayalı olarak bilgiler ürettiklerini düşünebilir. Bu nedenle bilim insanlarının hata yapmayacağına inanabilir. Bu yüzden <u>bilimsel bilgilerin asla değişmeceğini düşünebilir.</u>

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Bugün doğru kabul ettiğimiz bilgiler ilerleyen dönemlerde yanlış veya eksik olabilir. <u>Bilim insanlarının yaptığı çalışmalar ile yanlışlar doğruları ile düzeltilir. Eksik bilgiler yeni veriler ile yeniden düzenlenir.</u> Bu nedenlerle bilim sürekli bir değişme ve gelişme içindedir.

Eğer bilimsel bilgiler zamanla değişmeseydi bugün cisimleri nasıl gördüğümüzü doğru bir şekilde açıklayamayacaktık. İlk önceleri bilim insanları görme olayını, gözden çıkan ışınların eşyaya ulaşması şeklinde açıklamışlardır. Bu nedenle nesnelerin bir bütün olarak görüldüğü fikrini savunmuşlardır.

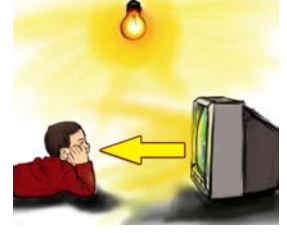


İbn-i Heysem, bunun yanlış olduğunu savunmuştur. Eğer bu düşünce doğru olsaydı, yıldızlara baktıktan bir müddet sonra onları görmemiz gerektiğini oysaki baktığımız anda yıldızları görebildiğimizi belirtmiştir. Görme olayının gözümüzden çıkan ışınların cisimlere ulaşması şeklinde değil, cisimlerden yansıyan ışığın gözümüze ulaşmasıyla gerçekleştiğini açıklamıştır.



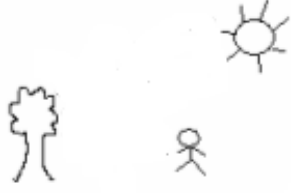
Ek 6'nın devamı

Televizyon, bilgisayar gibi cisimler ise kendileri birer ışık kaynağıdır. Bu cisimleri görebilmemiz için onlardan çıkan ışığın gözümüze gelmesi yeterlidir. Örneğin yandaki resimde ampulün yaydığı ışık olmadan da çocuk TV görebilir.



Sonuca Varalım

1.



Yandaki şekilde çocuğun ağacı nasıl gördüğünü çizerek gösteriniz.

2.



Çocuk bilgisayar oyununu nasıl görmektedir. Çizerek gösteriniz.

3. İlk çağlardaki bilim insanlarına görme olayı nasıl gerçekleşmektedir?

.....

4. İbn-i Heysem görme olayını nasıl açıklamıştır?

.....

5. Bugün öğrendiğimiz bilgiler gelecekte değişebilir mi? Niçin böyle düşündüğünüzü örnekler vererek açıklayınız.

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 4: Mercekler

Kavramsal Değişim Metni: Teleskopla Yapılan Gözlemlere Rağmen

Hazırlanma Amacı: Sosyal unsur

Dünya üzerindeki bütün toplumlar fen bilimleri ile uğraşır. Dini inançları, yaşayış tarzları, kültür ve gelenekleri birbirinden farklı insanlar bilime katkıda bulunur. Örneğin ışığın ne olduğu ve özellikleri konusunda Hollandalı, Amerikalı, Yunan, Müslüman bilim insanları çalışmalar yapmışlardır. Acaba bilim insanlarının içinde yaşadığı **toplumun kültürü, gelenek görenek, inançları vb. bilimsel bilgileri** etkiler mi? Cevabınızı aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Çoğumuza göre; bilim <u>toplumun inançlarından, geleneklerinden, yaşam tarzından vb. etkilenmez.</u> Çünkü bilimin toplumsal yaşantıdan etkilenmesi durumunda her toplumun kendine ait bilimi olacağına inanırız. Bu durumda bütün dünyada kabul edilmiş bilgilerden söz edemeyeceğimizi savunulabiliriz.
	Bilimsel bilgilerin <u>Dünya'nın her yerinde, herkes tarafından aynı biçimde algılandığını</u> düşünürüz.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Bilim içinde geliştiği toplumun, geleneklerinden, dini inançlarından, yaşam tarzından, ihtiyaçlarından, yaşadığı doğal afetlerden, salgın hastalıklardan vb. etkilenir. <u>Örneğin toplumun dini inançlarına ters düşen bilimsel gelişmeler kabul görmeyebilir.</u>

Ek 6'nın devamı

Bu doğru düşüncelerimizi bir örnek ile açıklamakta mümkündür. Orta çağda, Avrupa toplumları kilise baskısı altında yaşamaktaydı. Bu dönemde, Dünya'nın hareket etmediğine, Güneş ve diğer yıldızların Dünya'nın etrafında döndüğüne inanılmaktaydı. Bu inanişaya göre; Dünya Güneş'in değil, Güneş Dünya etrafında dönmektedir. Aynı dönemde Galilei (Galilo) adlı bir bilim insanı ilk defa teleskop kullanarak uzay gözlemleri yapmıştır. Bu gözlemler sonucunda, Dünya'nın Güneş etrafında döndüğünü açıklamıştır. Galilo'nun bu düşünceleri İncil'e ters düştüğü için, kilise tarafından mahkemeye çağırılmıştır. Galilo mahkemede, düşüncelerinden dolayı özür dilemiştir. Ancak zaman Galilo'yu haklı çıkarmıştır. Günümüzde, herkes, Dünya'nın ve diğer gezegenlerin Güneş'in etrafında döndüğünü kabul etmektedir.

**Sonuca Varalım**

1. 1600'lü yıllarda İncil'e göre Dünya ve Güneş'in hareketleri nasıldır?

.....

2. Aynı dönemde Galilo'ya göre Dünya ve Güneş'in hareketleri nasıldır?

.....

3. Galilo Dünya ve Güneş'in hareketleri ile ilgili bilgileri nasıl toplamıştır?

.....

4. Galilo niçin cezalandırılmıştır?

.....

5. Bilim bir toplumun inanç, gelenek, görenek, yaşam tarzı vb. etkilenir mi? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

Ek 6'nın devamı

Bölüm 4: Mercekler

Kavramsal Değişim Metni: Olay Yeri İnceleme

Hazırlanma Amacı: Öznel, geçici, gözlem ve çıkarım arasındaki fark, cam kırıkları ve orman yangınları

Günümüzde bilim hızla ilerlemektedir. Her gün televizyon veya gazetelerde bilim insanları tarafından açıklanan yeni bilgilerle karşılaşırız. Bu bilgilerin bazıları ders kitaplarımızda yer almaktadır. Size göre bilimsel bilgilerimiz kesin doğruları gösterir mi? Neden böyle düşündüğünüzü aşağıdaki boşluğa yazınız.



Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Bazılarınız bilim insanlarının birçok araştırma sonucunda, sadece deneysel verilere ve kesin kanıtlara dayalı olarak sonuca ulaştıklarını düşünebilir. Bu nedenle de bilim insanlarının öne sürdüğü fikirlerin kesin doğrular olduğuna inanabilir.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru Düşünceler	
	Bilimsel bilgilerimiz kesin doğrular değil, şu ana kadar yapılan çalışmalar sonucu oluşturulan en iyi açıklamalardır.
	Bugün doğru kabul ettiğimiz bilgilerin yeni çalışmalar sonucu yanlış veya eksik olduğu ortaya çıkabilir.

Ek 6'nın devamı

Bu düşüncelerimizin doğruluğunu bir etkinlikle gösterebiliriz. Aşağıdaki resmi dikkatlice inceleyiniz. Resimde gördüklerinizi aşağıda bırakılan boşluğa yazınız.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ansızın dumanlar yükselmeye ve alevler her yeri sarmaya başlar. Etraftaki vatandaşlar ve itfaiye ekipleri yangını söndürmeye çalışırlar.

Ek 6'nın devamı



Yetkililer yangının çıkış sebebini belirleme çalışmalar yapmaktadırlar. Olay yerinden toplanan ipuçları ve yangından sonra olay yerinin resmi aşağıda verilmektedir.

Ek 6'nın devamı



Kendinizin yangının sebebini araştıran ekipte görev yapan bir yetkili olduğunu hayal ediniz. Gazeteciler sizden bir açıklama beklemektedir. Gazetecilere yangının sebebini ne olarak açıklardınız? Niçin?

Yangının

Sebebi:

Çünkü:

.....

.....

Sonuca Varalım

1. Yangının çıkış sebebinden emin misiniz?
2. Bilim insanları her zaman kesin doğruları ortaya koyabilir mi? Bu konudaki görüşlerinizi sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.
3. Bilimsel bilgilerimizin kesin veya şüpheli olmasının sebepleri nelerdir?
4. Sınıfta yangının çıkış sebebi ile ilgili olarak farklı fikirler var mı?
5. Aynı verilere sahip olmanıza (aynı resimlere bakmanıza) rağmen farklı sonuçlara ulaşmanızı nasıl açıklarsınız?
6. Bilim insanları da bir konuda aynı verilere sahip olmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşabilirler mi? Örnekler vererek açıklayınız.

Ek 6'nın devamı

Bölüm 4: Mercekler

Kavramsal Değişim Metni: Işığın Tanıyalım

Hazırlanma Amacı: Fen bilimleri hakkında genel düşünce, ışığın kırılması, ışık ve görme olayı

Fen bilimlerini günlük hayatımızdan ayırmak mümkün değildir. Yaşantımızda karşılaştığımız birçok olayda fen bilimleri vardır. Örneğin; vücudumuzun çalışması, çevremizde yaşayan canlılar ve bu canlıların bir biri ile etkileşimi, yağmurun yağması, şimşegın çıkması, gökkuşağının oluşması vb. Acaba fen bilimleri nedir? Fen bilimlerini tarih, coğrafya, din gibi bilimlerden ayıran nedir? Düşüncelerinizi aşağıda bırakılan boşluğa yazın.



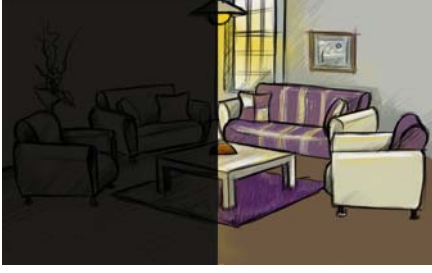
Cevabınız:.....

Yanlış Düşüncelerimiz	
	Çoğunuz fen bilimlerini; doğa ile ilgili <u>doğruluğu kesin olarak kanıtlanmış bilgiler kümesi (bütünü) olarak tanımlayabilir.</u> Çünkü fen kitaplarımız bugün doğru kabul edilen bilgiler topluluğundan oluşmaktadır.
	Bazılarımız bilim ve teknolojinin aynı olduğunu düşünebilir. Bu nedenle fen bilimlerini yaşantımızı daha iyi hale getirmek için <u>icatlar yapmak şeklinde tanımlayabilir.</u>
	Fen derslerinin genellikle deneysel yönü vurgulanmaktadır. Bu nedenle bazılarımız fen bilimlerinin <u>denev yapmak</u> olduğunu düşünebilir.
	Okulda fen dersleri Fizik, Kimya, Biyoloji gibi alanları kapsamaktadır. Bu nedenle bazı öğrencilerde fen bilimlerini <u>Fizik, Kimya, Biyoloji gibi derslerin karışımı</u> olarak tanımlayabilir.

Bu düşüncelerimiz bilimsel olarak yanlıştır. Sorumuzun doğru cevabı aşağıdaki gibidir;

Doğru düşüncelerimiz	
	Fen bilimleri, insanların <u>doğayı açıklama ve anlama çabalarıdır.</u> Elde edilen <u>bilgiler ile olayları açıklamaya çalışırken bir yandan da bilinmeyenler hakkında sorular sormaktır.</u> Onu diğer bilimlerden ayıran ise, büyük ölçüde gözlem ve deneyler sonucu elde edilen delillere/verilere dayanmasıdır.

Ek 6'nın devamı

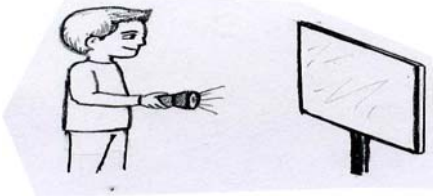


1. Yukarıda verilen hangi ortamda Ali çevresindeki cisimleri görebilir? Neden?

Çünkü:

2. Yandaki verilen resimde mumdan çıkan ışık ışınlarının nasıl bir yol izleyeceğini çizerek gösteriniz. Çizimin gerekçesini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Çünkü:

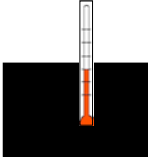


3. Yandaki verilen şekildeki gibi el fenerinden çıkan ışık ışınları düzlem aynaya çarptığında ne olur? Çizerek gösteriniz. Çizimin gerekçesini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Çünkü:



Termometre

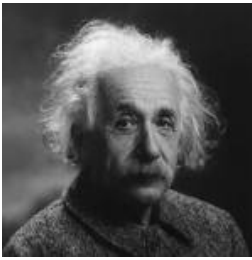
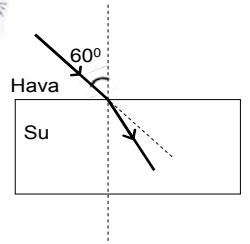


4. Yandaki olayda ışığın hangi özelliği verilmektedir?

5. Yandaki olayda ışığın hangi özelliği verilmektedir?

.....

Işığın bilmediğimiz daha farklı özellikleri de olabilir mi?



Einstein ölümünden dört yıl önce şöyle demiştir: "Elli yıl boyunca ışığın ne olduğunu anlamaya çalıştım. Ama yine de ona yaklaşamadım." Bugün ışığın çeşitli özelliklerini bilsek de ışık, halen çözülememiş bir bulmaca gibidir. Bilim insanları ışık konusunda halen çalışmalar yapmaktadır. Araştırmalar sonucu ışığın ne olduğu ve özellikleri ile ilgili yeni bilgiler elde etmektedirler. Bu etkinliklerden sonra fen bilimlerinizin nasıl tanımlarsınız?

Fen Bilimleri:

.....

Ek 7. Bilimin Doğası Etkinlikleri

Bölüm 1: Işığın Soğurulması

Etkinlik: Metal Kaşıklar

Hazırlanma Amacı: Deneylerin amacı

Olası Sebepler:

.....

Araştırma Sorusu:

.....

Hipotez:

.....

Neler Kullanalım: İki adet metal kaşık, saat, kibrit ve mum.

Nasıl Yapalım

1. Metal kaşıklara dokunarak ilk sıcaklıklarını hissedelim.
2. Metal kaşıklardan birini, sınıfınızın ışık almayan bir yerine bırakalım.
3. Mum yakarak diğer kaşığa 10 dakika ışık gelmesini sağlayalım. (Kaşığı yaklaşık olarak mumun 20 cm üzerine turalım)
4. Her iki kaşığa da tekrar dokunarak sıcaklıklarını karşılaştıralım.

Sonuca Varalım

1. Kaşıkların ilk sıcaklıkları hakkında ne söyleyebilirsiniz.
2. Mum hangi tür ışık kaynağıdır?
3. Muma tuttuğunuz kaşık ile diğer kaşığın sıcaklıkları arasında fark hissettiniz mi?
4. Yaptığınız etkinlikten elde ettiğiniz kanıtlara göre ışığın maddeler üzerinde nasıl bir etki yaratmaktadır?

<i>Gözlemleriniz</i>		<i>Vardığınız Sonuç</i>	
1. soru		3. soru	
2. soru		4. soru	

Yaptığınız etkinlik hipotezinizi doğruladı mı? Kurduğunuz hipotez sonuçlarınız ile uyuşmuyorsa ne yapmalısınız?

.....

Size göre fen bilimlerinde deneyler niçin yapılır? Fen bilimlerinde deney ve gözlem yapmak niçin önemlidir?

.....

Ek 7'nin devamı

Bölüm 1: Işığın Soğurulması

Etkinlik: Renk ve Isı

Hazırlanma Amacı: Deneylerin önemi

Olası Sebepler:

.....

.....

Araştırma Sorusu:

.....

.....

Hipotez:

.....

.....

Neler Kullanalım: Bir adet beyaz karton, bir adet siyah karton, kibrit, iki adet el feneri ve iki adet mum (Etkinliğimizi karanlık bir ortamda yapalım)

Nasıl Yapalım

1. Beyaz ve siyah kartonları masa üzerine yerleştirelim. Kartonların üzerine, el feneri ile dik olmayacak şekilde ışık gönderelim. Işığın hangi kartonda daha çok yansıdığını gözlemleyelim.
2. Beyaz ve siyah kartonlardan zarf büyüklüğünde birer parça keselim.
3. Mumları yakarak, kestiğimiz parçaları aynı uzaklıkta olacak şekilde mumların karşısına koyalım. 10 dakika bekleyelim.
4. Kartonların sıcaklıklarını dokunarak hissedelim.

Sonuca Varalım

1. Kullandığınız kartonlardan hangisi ışığı daha çok yansıttı?
2. Hangi kartonda sıcaklık artışı daha fazla oldu?
3. Hangi renkler ışığı daha çok soğurmaktadır?
4. Yaptığınız gözlemlere dayanarak ışığı yansıtma ve sıcaklık artışı arasında nasıl bir ilişki vardır?

<i>Gözlemleriniz</i>		<i>Vardığınız Sonuç</i>	
1. soru		3. soru	
2. soru		4. soru	

Ek 7'nin devamı

Yaptığınız etkinlik hipotezinizi doğruladı mı? Kurduğunuz hipotez sonuçlarınız ile uyuşmuyorsa ne yapmalısınız?

.....

Size göre bilimsel bir deney nedir? Fen bilimlerinde deney ve gözlem yapmak niçin önemlidir?

.....

Etkinlikten elde ettiğiniz kanıtlar (gözlemlerinizi) nelerdir?

.....

Etkinlik sonucunda hangi bilgilere (sonuçlara) ulaştınız?

.....

Kanıt (gözlem) ile bilgi (sonuç) arasındaki farkı nasıl açıklarsınız?

.....

Ek 7'nin devamı

Bölüm 2: Renkler Nasıl Oluşur?

Etkinlik: Beyaz

Hazırlanma Amacı: Deneyssel (İleri sürülen fikirlerin bilimselliğine nasıl karar verilir?)
Beyaz bütün renklerin birleşimidir

Olası Sebepler

.....

.....

.....

Neler Kullanalım: Renk çarkı

Nasıl Yapalım

1. Renk çarkında hangi renkler bulunmaktadır.
2. Renk çarkını yavaşça döndürerek, çarktaki renkleri gözlemleyiniz.
3. Çarkı hızla çevirerek tekrar gözlemleyiniz.

Sonuca Varalım

1. Çarkı yavaş döndürdüğünüzde hangi renkleri gözlemlediniz? Cevabınızı aşağıdaki tablonun ilgili kısmına yazınız.
2. Çarkı hızla döndürdüğünüzde hangi renkleri gözlemlediniz?
3. Çarkın hızla döndürülmesi durumunda gözlemlerinize dayanarak nasıl bir sonuca ulaşabilirsiniz?

Gözlemleriniz		Vardığınız Sonuç	
1. soru		3. soru	
2. soru			

Yaptığınız etkinlik düşüncelerinizi doğruladı mı? Düşünceleriniz etkinlik sonucu ile uyuşmuyorsa ne yapmalısınız?

.....

.....

Gözlem ve çıkarım arasındaki ilişkiyi nasıl açıklarsınız?

.....

.....

Gazetelerde, televizyonlarda vb. bilim insanlarının bir konuda ileri sürdükleri fikirleri duyurur veya okuruz bu bilgilerin doğru olup olmadığına nasıl karar verirsiniz?

.....

.....

Ek 7'nin devamı

Bölüm 3: Işığın Kırılması

Etkinlik: *Galileo*

Hazırlanma Amacı: *DeneySEL (deneyler her zaman ispat için yapılmaz), ışığın yayılma hızı*

Işığın yayılma hızını hesaplamak uzun yıllar öncesinde bilim insanlarının üzerinde çalıştığı bir konu olmuştur. Bu alanda çalışan bir bilim insanı olduğumuzu hayal ederek aşağıdaki etkinliği yapalım.

Neler Kullanalım: Metre, saat veya kronometre, lazer ışığı, beyaz bir kağıt

(Etkinliği karanlık bir ortamda yapalım.)

Nasıl Yapalım

1. Bir hareketlinin hızını nasıl hesaplıyorsunuz? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

2. Sınıfımızda mümkün olduğu kadar uzak karşılıklı iki nokta belirleyelim.

3. Bu iki nokta arasındaki uzaklığı metre ile ölçerek kaydedelim.

Alınan

Yol:.....

4. İki arkadaşınızdan biri lazer ışığı, diğeri beyaz kağıdı alarak karşılıklı iki noktaya yerleşsin.

5. Arkadaşınız lazer ışığını çalışır konuma getirsin. Sizde karşı noktadaki beyaz kağıt üzerine ışığın ulaşma süresini kronometre ile ölçünüz.

Geçen Zaman:

.....

6. Elde ettiğiniz ölçümler ile ışığın yayılma hızını hesaplayınız.

Işığın yayılma hızı:

.....

Sonuca Varalım

1. Yaptığınız deney sonucunda ışığın yayılma hızı ile ilgili matematiksel bir sonuç elde edebildiniz mi? Neden?

.....

2. Işığın yayılma hızını hesaplamak için nasıl çalışmalar yapılabilir?

.....

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

.....

Ek 7'nin devamı

Bölüm 3: Işığın Kırılması

Etkinlik: Prizma

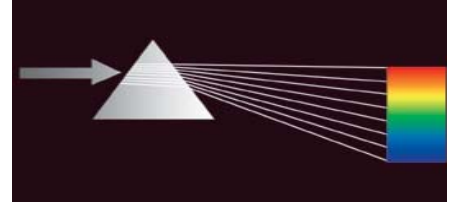
Hazırlanma Amacı: Gözlem ve çıkarım arasındaki fark, beyaz ışık bütün renkleri içerir

Etkinlik Prizma

Neler Kullanalım: Işık prizması, ışık kaynağı, beyaz bir perde veya karton.
(Etkinliği karanlık bir ortamda yapalım)

Nasıl Yapalım:

1. Işık kaynağını paralel ışık demeti verecek şekilde ayarlayalım.
2. Kaynaktan çıkan ışığı prizmadan geçirelim. Prizmadan geçen ışığı, perdeyi veya kartonu hareket ettirerek beyaz zemin üzerine düşmesini sağlayalım.



Sonuçlandırılım

1. Beyaz karton üzerinde hangi renkleri gözlemlediniz?
2. Prizmanın arkasında bu renklerin oluşmasının sebebi nedir?
3. Prizmanın üst kısmında hangi rengi gözlemlediniz?
4. Prizmanın tabanına yakın kısmında hangi rengi gözlemlediniz?
5. En az kırılmaya uğrayan renk hangisidir?
6. En çok kırılmaya uğrayan renk hangisidir?

Gözlemleriniz		Vardığınız Sonuç	
1. soru		2. soru	
3. soru		5. soru	
4. soru		6. soru	

Etkinlikten elde ettiğiniz kanıtlar (gözlemleriniz) nelerdir?

.....

.....

Etkinlik sonucunda hangi bilgilere (sonuçlara) ulaştınız?

.....

.....

Kanıt (gözlem) ile bilgi (sonuç) arasındaki farkı nasıl açıklarsınız?

.....

.....

Ek 8. Yansıtıcı Yazı Kağıtlarından Örnekler

Bilye Kavramsal Değişim Metni yansıtıcı yazı kağıdı

Bu etkinlik boyunca, size verilen kavramsal değişim metnini, sınıf içi tartışmalarınızı ve öğretmeninizin yaptığı açıklamaları dikkate aldığınızda ***fen bilimlerinde hayal gücü ve yaratıcılığın yeri*** ile ilgili neler öğrendiğinizi yazınız. Yaptığınız etkinlik ile bilim insanlarının çalışmaları arasında benzerlik ve farklılıkları örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

“Söyle Söyle Kıyafetimin Rengi Ne?” etkinliği yansıtıcı yazı kağıdı

Bu etkinlik boyunca, sınıf içi tartışmalarınızı ve öğretmeninizin yaptığı açıklamaları dikkate aldığınızda ***bilimsel bilgilerimizin kesin olmayışı, zaman içinde değişebilir olması*** ile ilgili neler öğrendiğinizi yazınız. Yazılarınızda yaptığınız etkinlik ile bilim insanlarının çalışmaları arasında benzerlik ve farklılıkları örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

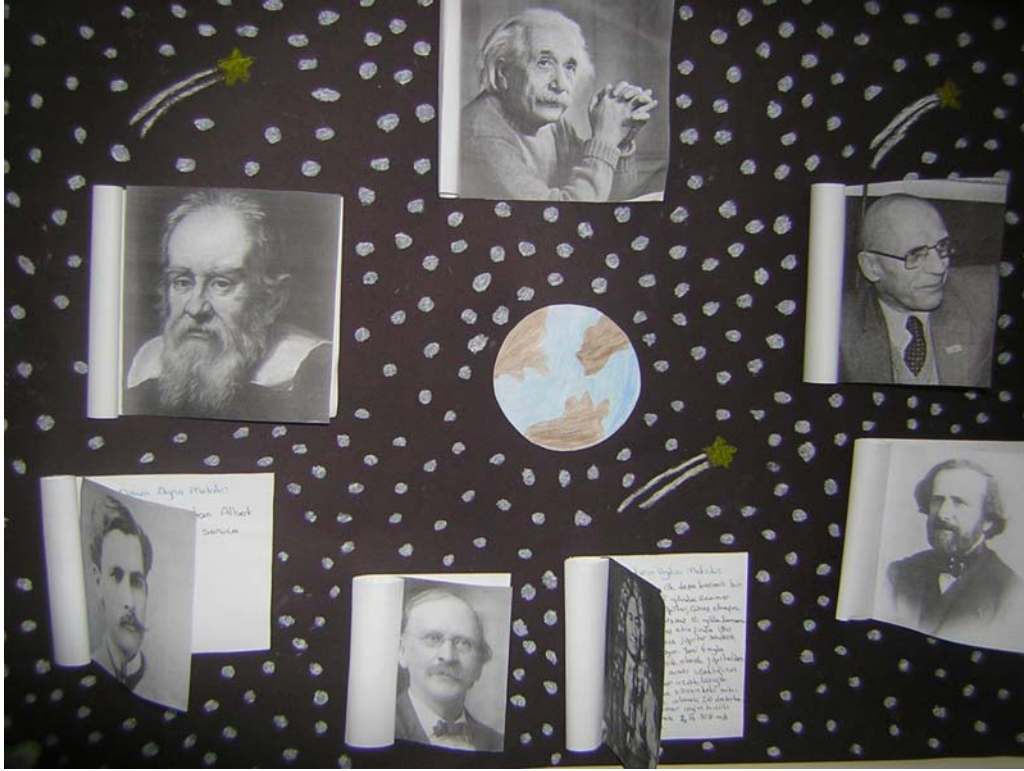
.....

.....

.....

.....

Ek 9. Performans Görevlerine Örnekler



KDM grubu öğrencisi



KDM grubu öğrencisi

Ek 9'un devamı



Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grubu öğrencisi



Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grubu öğrencisi

Ek 10. Güneş Enerjisinden Faydalanma Teknoloji Tasarım Döngüsü Ürünleri

KDM grubu öğrencisi



Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grubu öğrencisi



MEB kitabı grubu öğrencisi

Ek 11. Su Şişesinden Teleskop

MEB kitabı grubu

Ek 12. Güneş Enerjisinden Yararlanma Posteri



KDM grubu



Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grubu

Ek 13. Renklerin Çakışması



KDM grubu



Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grup

Ek 14. Kavram Panolarından Örnekler

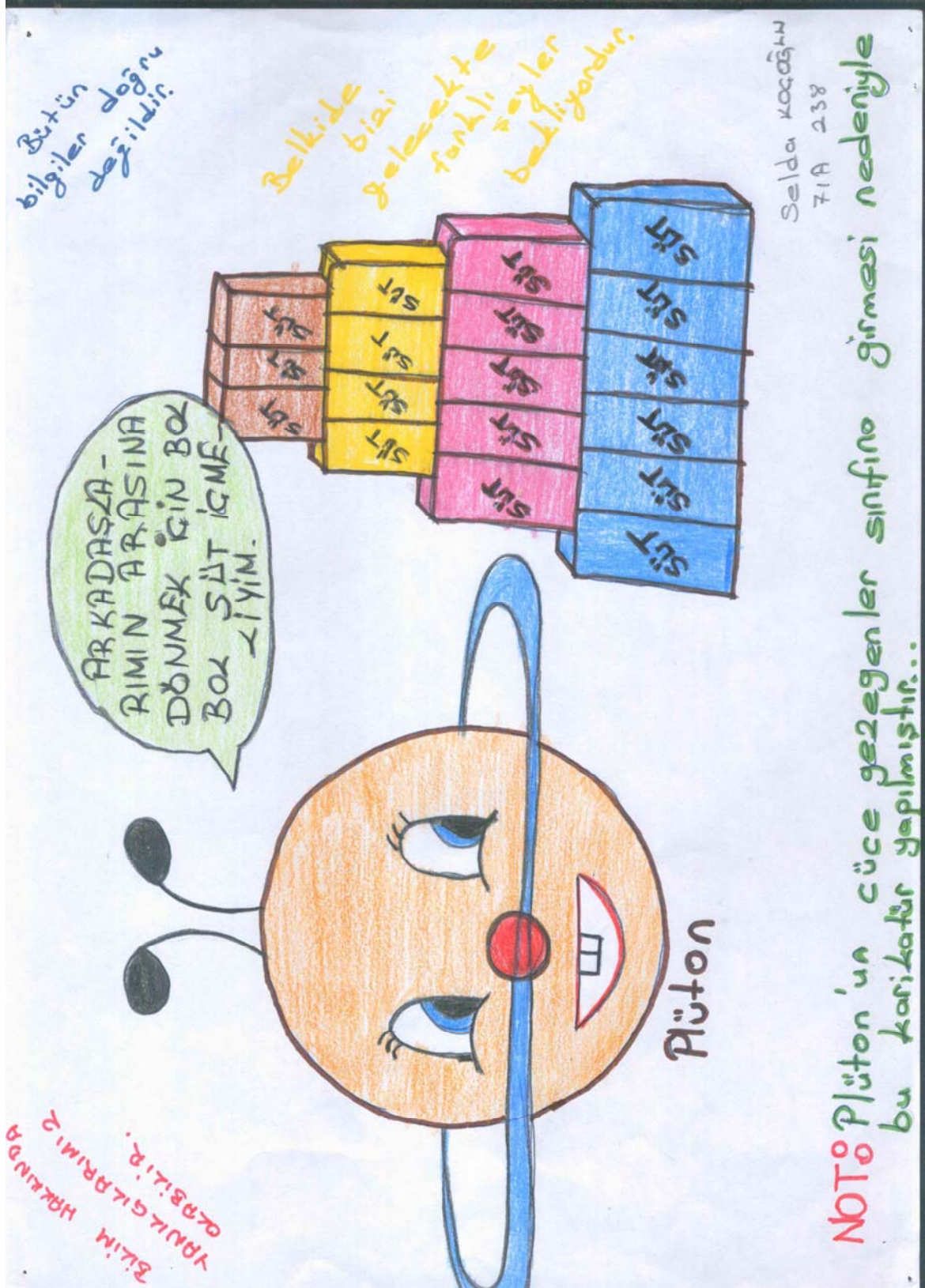


KDM grubu bilimin doğası kavram panosu



KDM grubu Işık ünitesi kavram panosu

Ek 14'ün devamı



KDM grubu öğrencisi

Ek 14'ün devamı

IŞIK HIZI

Aynı ortamda ışık hızı değişmez .
 Hiçbir şey onu yetişemez .
 Yoktur bundan hızlısı .
 Geleceğin yıldızı .
 ★★★★★★
 Işık hızı ölçülemedi çok zaman .
 Galileo bunu keşfedemedi bir zaman .
 Işığı bulamadı .
 Işık tanımsız kaldı .
 ★★★★★★
 Işık hızını yetişen yoktur .
 Galileden sonra ışığı bulan yoktur .
 Uçağı bile geçen tek şey budur .
 Galileo bulamadı bir zaman .
 ★★★★★★
 Işık hızı hızlıdır .
 Kafayı karıştırır .
 Işığı severler .
 Beni dinlediğiniz için teşekkürler .

Abdullah GAVUŞ
 HC 402

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri grubu öğrencisi

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Çanakkale'nin Ezine ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ezine'de tamamladı. 2001 yılında Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim ABD Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Ağrı ili, İstiklal İÖO'nda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak göreve başladı. 2002 yılında Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisansa başladı. Yüksek lisans tezini İşbirlikli Öğrenme Yöntemi üzerine yaptı. Yüksek lisans öğrenimi süresince Muğla ili, Kavaklıdere ilçesi Menteşe İÖO'unda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak görev yaptı. 2005 yılında doktora eğitimine başladı. Halen Akçaabat Cumhuriyet İÖO'unda Fen ve Teknoloji öğretmeni olarak görev yapmakta olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.