

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**SORGULAMAYA DAYALI FİZİK DENEYLERİNİN FEN
BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
SORGULAMAYA DAYALI FEN ÖĞRETİMİ
ÖZYETERLİKLERİNE, KAVRAMSAL
ANLAMALARINA VE BİLİMSEL SÜREÇ
BECERİLERİNE ETKİSİ**

Bekir GÜLER

İzmir

2018

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**SORGULAMAYA DAYALI FİZİK DENEYLERİNİN FEN
BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
SORGULAMAYA DAYALI FEN ÖĞRETİMİ
ÖZYETERLİKLERİNE, KAVRAMSAL
ANLAMALARINA VE BİLİMSEL SÜREÇ
BECERİLERİNE ETKİSİ**

Bekir GÜLER

Danışman
Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN

İzmir
2018

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine, Kavramsal Anlamalarına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ilkelerine aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



16/08/2018

Bekir GÜLER

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN

Üye : Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU

Üye : Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Üye : Prof. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH

Üye : Doç. Dr. Umut SARAÇ

Onay

Yukarıda imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

16.11.2018

Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ
Enstitü Müdürü V.

TEŞEKKÜR

“Öğretmenler! Yeni nesil sizin eseriniz olacaktır.”

Mustafa Kemal ATATÜRK

Başöğretmenimizin Muallimler Birliği Kongresi’nde öğretmenlere söylediği bu söz biz öğretmenlerin ne denli büyük bir sorumluluk taşıdığının açık bir göstergesidir. Bir öğretmen olarak çocukların gözlerindeki masumiyetin, yaratıcılığın ve en önemlisi içten gülümsemenin paha biçilemezliğine inanmaktayım. Uzun ve yorucu bir çalışma sürecinin sonunda, çocuklarımızın hayatına nitelikli dokunuşlar yapacağına inandığım nitelikli öğretmen adaylarının yetişmesine katkılar sağlamanın mutluluğunu yaşıyorum.

Tez çalışmamın ilk gününden itibaren değerli katkıları ile her daim yanımda olan, bana her adımında yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN’e; tezimin gelişim sürecinde yaptığımız tez izleme toplantılarında desteklerini ve katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU ve Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ’a; ayrıca tezimin sonuçlandırılması sürecinde katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH ve Doç. Dr. Umut SARAÇ’a; araştırma sürecimin sağlıklı şekilde yürütmesi için gerek uygulama aşamalarında gerekse uygulamalardan dolayı ilgilenemediğim diğer işlerimde yardımına koşan Fatih TAŞ, Barış ÇUKURBAŞI ve Hasan Basri KANSIZOĞLU’na; uygulamaları birlikte gerçekleştirdiğim Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencilerimize gönülden teşekkürlerimi sunarım.

İlk defterimi birlikte heyecanla ciltlediğimiz günden doktora tezimi ciltlettiğim güne kadar her adımında benimle birlikte ter döken, bana maddi-manevi her imkânı sağlayan kıymetlilerim babam Hacı Mehmet GÜLER’e ve annem Hatice GÜLER’e; “muallim” olduğumu hep hatırlatarak beni motive eden kardeşim Emre GÜLER ve en gönülden destekçim geniş ailemize; hayatıma girdiği andan itibaren benimle birlikte doktora yapan, her bunaldığımda bana işimi yeniden sevdiren sevgili eşim Tuğçe GÜLER’e ve ikinci ailem olan eşimin ailesine her fırsatta güzel sözleriyle beni motive ettikleri için minnettarım. İyi ki varsınız.

Bekir GÜLER

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	i
TEZ SAVUNMA TUTANAĞI	ii
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Amaç ve Önem	2
1.3. Problem Cümlesi.....	4
1.4. Alt Problemler.....	4
1.5. Sayıtlar.....	5
1.6. Sınırlılıklar	5
1.7. Tanımlar.....	5
1.8. Kısaltmalar	6
BÖLÜM II	7
İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR.....	7
2.1. Günümüzde Fen Eğitimi	7
2.2. Fen Bilimleri Öğretim Programının Tarihsel Gelişimi	8
2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	10
2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Türleri.....	14
2.5. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğretmen Eğitimi.....	18
2.6. Fen Eğitiminde Fizik Konu ve Kavramları.....	22
2.7. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliği	24
2.8. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Kavramsal Anlama	26
2.9. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Bilimsel Süreç Becerileri.....	27
2.9.1. Gözlem.....	29
2.9.2. Sınıflama	30
2.9.3. İletişim Kurma	31

2.9.4. Ölçme.....	31
2.9.5. Sayı-uzay ilişkisi kurma.....	32
2.9.6. Tahminde Bulunma.....	33
2.9.7. Çıkarım Yapma.....	34
2.9.8. Değişkenleri belirleme ve kontrol etme	34
2.9.9. Hipotez Kurma.....	35
2.9.10. Verileri Kaydetme ve Yorumlama	36
2.9.11. Operasyonel Tanımlama	37
2.9.12. Deney Yapma.....	38
2.9.13. Model Oluşturma	38
2.10. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ile İlgili Araştırmalar	40
BÖLÜM III.....	56
YÖNTEM	56
3.1. Araştırma Modeli.....	56
3.2. Evren ve Örneklem	57
3.3. Veri Toplama Araçları.....	58
3.3.1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği.....	59
3.3.2. “Elektrik ve Manyetizma” Kavramsal Anlama Testi.....	60
3.3.3. Bilimsel Süreç Becerileri Gözlem Formu	65
3.3.4. Görüşmeler.....	74
3.4. Öğretimin Tasarlanması ve Uygulanması.....	75
3.4.1. Hazırlık Süreci	76
3.4.1.1. Deneylerin Belirlenmesi	76
3.4.1.2. Çalışma Yapraklarının Hazırlanması	79
3.4.2. Pilot Uygulamanın Yapılması.....	82
3.4.3. Asıl Uygulamanın Yapılması.....	83
3.5. Veri Çözümleme Teknikleri	87
3.5.1. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliğine İlişkin Analizler.....	87
3.5.2. Kavramsal Anlamaya İlişkin Analizler	89
3.5.3. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Analizler	91
BÖLÜM IV	93
BULGULAR VE YORUMLAR	93
4.1. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Bulgular	93
4.1.1. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Nicel Bulgular	93
4.1.2. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Nitel Bulgular.....	99
4.2. Kavramsal Anlamalara İlişkin Bulgular	104

4.3. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Bulgular	181
4.3.1. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Nicel Bulgular.....	181
4.3.2. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Nitel Bulgular	183
4.3.2.1. Gözlem Becerisine İlişkin Gözlem Notları	183
4.3.2.2. Sınıflama Becerisine İlişkin Gözlem Notları	186
4.3.2.3. İletişim Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları	189
4.3.2.4. Ölçme Becerisine İlişkin Gözlem Notları	192
4.3.2.5. Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları.....	195
4.3.2.6. Tahminde Bulunma Becerisine İlişkin Gözlem Notları.....	198
4.3.2.7. Çıkarım Yapma Becerisine İlişkin Gözlem Notları	201
4.3.2.8. Değişken Belirleme ve Kontrol Etme Becerisine İlişkin Gözlem Notları ..	204
4.3.2.9. Hipotez Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları	207
4.3.2.10. Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerisine İlişkin Gözlem Notları	210
4.3.2.11. Operasyonel Tanımlama Becerisine İlişkin Gözlem Notları	213
4.3.2.12. Deney Yapma Becerisine İlişkin Gözlem Notları.....	216
4.3.2.13. Model Oluşturma Becerisine İlişkin Gözlem Notları	219
BÖLÜM V	223
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	223
5.1. Sonuç ve Tartışma	223
5.1.1. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine Etkisine İlişkin Sonuçlar	223
5.1.2. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Kavramsal Anlamaya Etkisine İlişkin Sonuçlar	226
5.1.3. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar	227
5.2. Öneriler	229
KAYNAKÇA.....	230
EKLER	241
EK 1 Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği	242
EK 2 Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi	246
EK 3 Bilimsel Süreç Becerileri Gözlem Formu.....	255
EK 4 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	256
EK 5 “Elektrik ve Manyetizma” Konusuna Yönelik Kavramsal Anlama Testi Uzman Görüş Formu	257
EK 6 Araştırmada Kullanılan Sorgulamaya Dayalı Etkinliklere İlişkin Çalışma Yaprakları	258
EK 7 Tez Uygulama İzin Belgesi	277

EK 8 Ölçek Kullanım İzin Yazısı	278
EK 9 Orijinallik Raporu	279



TABLO LİSTESİ

Tablo 1 Çalışma Grubuna İlişkin Bilgiler.....	58
Tablo 2 Veri Toplama Araçlarının Araştırma Sürecindeki Kullanımı.....	59
Tablo 3 Bilimsel Süreç Becerileri Değerlendirme Kriterleri	68
Tablo 4 Deneylere İlişkin Bilgiler	78
Tablo 5 Deney çalışma yapılarının içerdiği bölümler.....	81
Tablo 6 Deney ve Kontrol Gruplarında Yürütülen Derslerdeki Uygulamaların Karşılaştırılması	86
Tablo 7 KAT'a Verilen Cevapları Çözümleme Kriterleri	90
Tablo 8 KAT Cevaplarına İlişkin Örnek Kodlama	91
Tablo 9 Deney ve Kontrol Gruplarının SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Cronbach Alpha Değerleri	94
Tablo 10 Deney ve Kontrol Gruplarının SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler.....	95
Tablo 11 SDFÖÖ-Sontest Puanlarına İlişkin Levene Testi Sonuçları.....	96
Tablo 12 Grup-SDFÖÖ-Öntest Ortak Etki Sonuçları.....	97
Tablo 13 SDFÖÖ-Sontest ve Düzeltilmiş SDFÖÖ-Sontest Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Hata Değerleri.....	98
Tablo 14 SDFÖÖ-Sontest Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları.....	98
Tablo 15 SDFÖÖ Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere İlişkin Bulgular	100
Tablo 16 KAT 1. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	105
Tablo 17 KAT 2. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	110
Tablo 18 KAT 3. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	115
Tablo 19 KAT 4. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	119
Tablo 20 KAT 5. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	123
Tablo 21 KAT 6. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	128
Tablo 22 KAT 7. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	133
Tablo 23 KAT 8. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	137
Tablo 24 KAT 9. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	142
Tablo 25 KAT 10. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	147
Tablo 26 KAT 11. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	152
Tablo 27 KAT 12. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	156
Tablo 28 KAT 13. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	160
Tablo 29 KAT 14. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	165
Tablo 30 KAT 15. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	170
Tablo 31 KAT 16. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları	174
Tablo 32 Bilimsel Süreç Becerileri Öntest Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları	181
Tablo 33 Bilimsel Süreç Becerileri Sontest Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları	182
Tablo 34 Deney Grubunun Gözlem Becerilerine İlişkin Notlar	184
Tablo 35 Kontrol Grubunun Gözlem Becerilerine İlişkin Notlar	185
Tablo 36 Deney Grubunun Sınıflama Becerilerine İlişkin Notlar	187
Tablo 37 Kontrol Grubunun Sınıflama Becerilerine İlişkin Notlar	188
Tablo 38 Deney Grubunun İletişim Kurma Becerilerine İlişkin Notlar.....	190
Tablo 39 Kontrol Grubunun İletişim Kurma Becerilerine İlişkin Notlar.....	191
Tablo 40 Deney Grubunun Ölçme Becerilerine İlişkin Notlar	193

Tablo 41 Kontrol Grubunun Ölçme Becerilerine İlişkin Notlar	194
Tablo 42 Deney Grubunun Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerilerine İlişkin Notlar	196
Tablo 43 Kontrol Grubunun Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerilerine İlişkin Notlar	197
Tablo 44 Deney Grubunun Tahminde Bulunma Becerilerine İlişkin Notlar	199
Tablo 45 Kontrol Grubunun Tahminde Bulunma Becerilerine İlişkin Notlar	200
Tablo 46 Deney Grubunun Çıkarım Yapma Becerilerine İlişkin Notlar	202
Tablo 47 Kontrol Grubunun Çıkarım Yapma Becerilerine İlişkin Notlar	203
Tablo 48 Deney Grubunun Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Becerilerine İlişkin Notlar	205
Tablo 49 Kontrol Grubunun Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Becerilerine İlişkin Notlar	206
Tablo 50 Deney Grubunun Hipotez Kurma Becerilerine İlişkin Notlar	208
Tablo 51 Kontrol Grubunun Hipotez Kurma Becerilerine İlişkin Notlar	209
Tablo 52 Deney Grubunun Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerilerine İlişkin Notlar	211
Tablo 53 Kontrol Grubunun Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerilerine İlişkin Notlar	212
Tablo 54 Deney Grubunun Operasyonel Tanımlama Becerilerine İlişkin Notlar	214
Tablo 55 Kontrol Grubunun Operasyonel Tanımlama Becerilerine İlişkin Notlar	215
Tablo 56 Deney Grubunun Deney Yapma Becerilerine İlişkin Notlar	217
Tablo 57 Kontrol Grubunun Deney Yapma Becerilerine İlişkin Notlar	218
Tablo 58 Deney Grubunun Model Oluşturma Becerilerine İlişkin Notlar	220
Tablo 59 Kontrol Grubunun Model Oluşturma Becerilerine İlişkin Notlar	221

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 Gözlem Formu Genel Görünümü	73
Şekil 2 SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Saçılma Diyagramı	96

ÖZET

Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine, Kavramsal Anlamalarına Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

Bu araştırmanın amacı sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerine, kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemektir. Araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 akademik yılı bahar döneminde Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan ve Genel Fizik Laboratuvarı-II dersini almakta olan toplam 60 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Denkleştirilmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı-deneysel desenin kullanıldığı araştırma yakınsayan paralel karma yöntem çalışması olarak tasarlanmıştır. Uygulamalar Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi kapsamında planlanarak, uygulanacak etkinlikler ilgili dersin içeriğine uygun olarak tasarlanmıştır. Deneysel uygulamalar 10 haftalık bir süre içerisinde gerçekleştirilmiş, deney grubu sorgulamaya dayalı deneyler ile öğrenim görürken kontrol grubu geleneksel doğrulayıcı deneyler ile öğrenim görmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak Smolleck (2004) tarafından geliştirilen ve İnaltekin & Akçay (2011) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılan Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca araştırmacı tarafından geliştirilen Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi ve yine araştırmacı tarafından geliştirilen Bilimsel Süreç Becerileri Gözlem Formuna ek olarak yarı yapılandırılmış görüşmelerden faydalanılmıştır. Nicel verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 22 programından faydalanılmış, nitel verilere ise betimsel analiz uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri üzerinde bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının ise geleneksel doğrulayıcı gruba kıyasla daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca deney grubunun cevaplarının bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin ve bu kategoriye giren cevaplarının sayısının arttığı görülmüştür. Benzer şekilde bilimsel süreç becerileri bakımından da sorgulamaya dayalı deneylerin

doğrulayıcı deneylere kıyasla daha başarılı olduğu ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağladığı belirlenmiştir.

Araştırmanın sonuçlarının sorgulamaya dayalı öğrenmeye ilişkin yapılacak çalışmaların yanı sıra öğretmen yetiştirme süreçlerinin planlanması sürecine de önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca uygulamalar sırasında kullanılan ve araştırmanın sonunda ek olarak sunulan etkinliklerin gerek araştırmacılar gerekse öğretmenler için faydalı bir kaynak niteliğinde olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Fen Öğretimi Özyeterliği, Kavramsal Anlama, Bilimsel Süreç Becerileri, Elektrik ve Manyetizma, Fen Eğitimi

ABSTRACT

The Effect of Inquiry Based Physics Experiments on Preservice Science Teachers' Inquiry Based Science Teaching Self-Efficacy, Conceptual Understanding and Science Process Skills

The purpose of this study was to investigate the effect of inquiry-based physics experiments on preservice science teachers' inquiry-based science teaching self-efficacy, conceptual understanding and science process skills. The study group consisted of 60 pre-service teachers in total, studying the undergraduate program of Science Teaching, Faculty of Education, Bartın University. They participated to the study in spring semester of the academic year 2016-2017 and enrolled the General Physics Laboratory-II course. The study which used randomized quasi-experimental design with pre-test – post-test and control group, designed as a convergent parallel mixed design study. The practices were planned according to the content of the General Physics Laboratory-II course and the activities were designed in conformity with the course content. Experimental practices were performed within a 10- week period. The inquiry-based experiments were used for the experimental group in the learning process while traditional confirmatory experiments were used for the control group. Inquiry- Based Science Teaching Self-Efficacy Scale, which was developed by Smolleck (2004) and adapted to Turkish language by İnaltekin & Akçay (2011), was used to collect data. In addition, The Electricity and Magnetism Conceptual Understanding Test and Science Process Skills Observation Form which were developed by the researcher and also semi-structured interviews were used as data collection tools in the study. IBM SPSS Statistics 22 software was used for the analysis of quantitative data, while descriptive analysis was employed for the qualitative data. As a result of the analysis conducted, it was found out that inquiry-based experiments did not show an effect on pre-service teachers' inquiry-based science teaching self-efficacy. It was revealed that pre-service teachers' conceptual understanding improved at a higher rate than the control group. In addition, it was observed that there was an increase in the scientific acceptability levels of the answers given by experimental group and also in the number of answers included in this category. Similarly, it was

found that inquiry- based experiments were more successful than confirmatory experiments in terms of improving the science process skills of pre-service teachers.

It is estimated that the results of this study will significantly contribute to the planning processes of teacher education programs as well as to the future studies on inquiry-based learning. Moreover, it is believed that the activities used during practices and presented as an appendix at the end of the study will serve as a helpful resource for both researchers and teachers.

Keywords: Inquiry-based Learning, Science Teaching Self-Efficacy, Conceptual Understanding, Science Process Skills, Electricity and Magnetism, Science Education

BÖLÜM I

GİRİŞ

Tezin bu bölümünde, araştırmanın çıkış noktası olan problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi, alt problemleri, sayıtları, sınırlılıkları ve kullanılan kavramlara ilişkin tanımlamalar ve kısaltmalar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Bireylere ihtiyaçları olan temel bilimsel bilgi ve farkındalıkları, bilimsel bilgileri geliştirebilecek birtakım yaşamsal becerileri kazandırmayı hedefleyen fen bilimleri dersi, içerisinde barındırdığı onlarca kavramın sağlıklı bir şekilde öğretilmesi için teorik bilgilerin yanı sıra laboratuvar uygulamalarının da önemli yer tuttuğu bir derstir. Özellikle kavramlar arası ilişkilerin kurulabilmesi boyutunda somut materyaller ya da somut olaylarla gözlemlerin yapılamaması bu kavramların zihinde anlamlandırılmasını daha da zorlaştırabilmektedir. Bu sebeple fen öğretim sürecinin oldukça zengin ve nitelikli bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Öğretim sürecinin tasarlanmasında ise özellikle laboratuvar uygulamalarına yönelik en iyi strateji, yöntem ve teknikler tercih edilmekte ve bunların öğretim süreçlerinde kullanılmaları sağlanmaktadır. Bu amaçla son yıllarda fen eğitiminde en çok yer verilen yaklaşımlardan birisi sorgulama dayalı öğrenme olmuştur.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, bireylerin kendi yaratıcılıklarını ve becerilerini işe koşmalarını sağlar. Bu sayede bireyler dış desteklerden bir dönüt beklemezsizin merakları doğrultusunda adımlar atarlar. Bu adımları atarken problem durumunu çözmeye yönelik gerekli bilimsel adımları bir bilim insanının hassasiyeti ile tasarlarlar. Elde edecekleri bulgular ise problemi çözme ya da daha etkili yeni aşamalar geliştirme konusunda onlara destek sağlar. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini benimseyen

bireylerin neleri öğreneceklerini ona sürekli dönütler veren bir öğretmen değil, bizzat bireyin yaşantısı içerisinde karşılaştığı durumlar ve bireyin bu konudaki merakı belirler. Bu sayede fen derslerinin önemli bir parçası olan laboratuvar uygulamalarının da ön plana çıkarak fen derslerinin daha zengin ve nitelikli bir hale gelmesi mümkün olabilmektedir.

Fen derslerinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için öğretim sürecini tasarlayacak olan öğretmenlerin de bu sürece hazır olmaları gerekmektedir. Özellikle zengin laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi ve bu uygulamalarda öğrencilere nitelikli bir rehberlik yapılabilmesi için öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenme sürecine ilişkin deneyimlerinin ve becerilerinin zenginleştirilmesi önemlidir. Dolayısıyla öğretmenlerin almış oldukları eğitimlerin öğretmenlere bu deneyimleri sunması ve gerekli becerileri kazandırması önem arz etmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

Fen konularının içerdiği onlarca kavram, fen eğitiminin zorlu bir süreç olmasına sebep olabilmektedir. Çünkü kavramların içerisinde basit ve somut olanların yanı sıra soyut ve anlamlandırılabilmesi zor kavramlar da yer almaktadır. Öğrencilerin belki de ilk kez duyacakları bu kavramları anlamlandırmaları, önceki bilgileri ile bütünleştirmeleri ve yeni bilgilerde kullanmaları oldukça karmaşık bir öğrenme süreci demektir. Bu sebeple fen derslerinin kalıcılığı ve etkililiği için somut uygulamalar ve teknoloji destekli bir öğretim süreci benimsenmeye başlamıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimseyen Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2018) da öğrencilerin fen konularını gerek sınıf ortamında gerekse sınıf dışında deneyimleyerek, uygulayarak, yaşayarak öğrenmeleri gerektiğine vurgu yapmaktadır. Öğrenciler fen konularını öğrenme süreçlerinde somut örneklerle ve uygulamalara ne kadar çok yer verirlerse zihinlerindeki anlamlandırmalar da o denli gelişecektir. Kavramsal anlamaları gelişen ve bilgilerini somutlaştıran öğrenciler ise kazandıkları bilgi ve becerileri günlük yaşamlarında kullanma konusunda da önemli ölçüde değişim ve gelişim gösterirler.

Soyut kavramlar içermesi ile bilinen Fizik konuları, öğrencilerin fen konuları arasında kendisini başarısız gördüğü ve çekindiğini belirttiği derslerden birisidir

(Abell & Vryan, 1997; Frederiksen, White & Gutwill, 1999; Küçüközer, 2000; Sönmez, Geban & Ertepinar, 2001; Sencar & Eryılmaz, 2002). Sorgulamaya dayalı öğrenme ile yürütülen fizik derslerinde ise öğrencilerin akademik başarılarında, bilimsel süreç becerilerinde veya kavramsal anlamalarında olumlu değişimler olduğu görülmüştür. (Bryant, 2006; Wolf & Fraser, 2008; Trundle, Atwood, Christopher & Sackes, 2010; Yıldırım A., 2012; Karakuyu, Bilgin & Sürücü, 2013; Sarı & Güven, 2013).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin lisans öncesi dönemlerde uygulamaları her geçen gün artmaktadır. Ancak lisans düzeyinde verilen eğitimlerde bir öğretim programı bulunmamakta, yalnızca verilecek derslerin içeriği olan konuların sınırları çizilmektedir. Dolayısıyla bu sınırlar çerçevesinde öğretim elemanlarının derslerinde gerekli ve etkili yaklaşım, yöntem ve tekniklere yer verebilmeleri konusunda esnek bir öğretim süreci sunulmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğretim ile ilgili çalışmalar ve ortaokul düzeyinde bu yaklaşımın uygulanmasının gerekliliği düşünüldüğünde, fen bilgisi öğretmenlerinin lisans düzeyinde bu yaklaşım ile tanışmalarının ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılabilmektedir. Çünkü, öğrencilere yaşayarak öğrenme ve öğrenerek yaşama becerilerini kazandıracak olan fen bilgisi öğretmenlerinin bilgiyi sorgulama, değiştirme-geliştirme süreçlerinin çok daha erkenden başlaması ve gelişmesi etkili bir fen öğretimi için oldukça önemli bir değişkendir. Bu sebeple fen bilgisi öğretmenlerinin lisans düzeyindeki derslerinde de sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına yer verilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Yukarıda değinilen bilgiler ışığında bu araştırmanın amacı, fizik laboratuvar dersinde sorgulamaya dayalı öğretim sürecinin geleneksel doğrulayıcı deneyler ile yürütülen öğretim süreci ile karşılaştırmasının yapılmasıdır. Araştırmada, uygulamaların yürütüleceği ders olarak Fizik dersinin uygulamalarına yer verilen Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi seçilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin bu kavramlar ile ilgili öğrenmelerinin ve kazandıkları becerilerin kendi öğretim süreçlerine de etki edecek önemli bir değişken olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple araştırmanın bağımlı değişkenleri olarak öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri, kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerileri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilecek bulguların lisans düzeyinde anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesi ve fen derslerinin hedeflediği becerilerin öğretmen adaylarına

kazandırılmasında sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin ne derece etkili olduğunu belirleme konusunda önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin söz konusu öğretim sürecini gerçekleştirebilme konusunda özyeterliklerinin nasıl bir değişim göstereceği incelenecektir. Araştırmada uygulamaların bir yarıyılı kapsıyor olmasının da önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar incelendiğinde, uygulama sürecinde kullanılan etkinliklere yer veren çalışmaların az olduğu görülmüştür. Bu sebeple, araştırmada kullanılan deneylerin tamamına ait çalışma yapraklarına ve uygulama süreçlerine detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Gerek söz konusu etkinliklerin gerekse bu etkinliklerin uygulanması sonucunda elde edilen bulguların alanda çalışan diğer araştırmacılara ve öğretmenlere yardımcı bir kaynak sunma konusunda önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3. Problem Cümlesi

Sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerine, kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi nedir?

1.4. Alt Problemler

1. Sorgulamaya dayalı fizik deneyleri yapan öğrenciler ile geleneksel doğrulayıcı deneyler yapan öğrencilerin sorgulamaya dayalı fen öğretimi öntest- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Sorgulamaya dayalı fizik deneyleri yapan öğrenciler ile geleneksel doğrulayıcı deneyler yapan öğrencilerin “Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlamalarına ilişkin öntest- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Sorgulamaya dayalı fizik deneyleri yapan öğrenciler ile geleneksel doğrulayıcı deneyler yapan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri öntest- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.5. Sayıtlar

Araştırmada kabul edilen varsayımlar aşağıdaki gibidir:

1. Araştırmanın ön ve son test uygulamalarında kullanılan ölçeklere öğretmen adayları içtenlikle yanıt vermişlerdir.
2. Deney ve kontrol grupları, uygulamaların diğer gruptan bağımsız ve aynı deneyler üzerinden yürütülmesi sebebiyle deney süreçlerindeki farklı yaklaşımları fark etmemiş, uygulama sürecine bundan kaynaklı bir koşullanma gerçekleştirmemiştir.
3. Öğretmen adayları son testlerin uygulanması sürecinde, ön test olarak yapılan uygulamalardan etkilenmemişlerdir.
4. Öğretmen adayları uygulama sürecine etki edebilecek dış etmenlerden eşit düzeyde etkilenmişlerdir.
5. Ölçme araçlarının ve etkinliklerinin geliştirilmesi sırasında görüşleri alınan uzmanlar görüşlerini tam olarak yansıtmışlardır.

1.6. Sınırlılıklar

1. Bu araştırma 2016-2017 akademik yılı bahar yarıyılında Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği anabilim dalında öğrenim görmekte olan 60 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.
2. Uygulamalar Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi kapsamında bir yarıyıl boyunca yapılmış olup, konular ilgili dersin konusu olan “Elektrik ve Manyetizma” ile sınırlıdır.
3. Araştırmada sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin yalnızca sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlik, “Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkileri incelenmiştir.

1.7. Tanımlar

Araştırmada geçen önemli kavramlar aşağıda açıklanmıştır.

Sorgulamaya dayalı öğrenme: Merkezde öğrencilerin olduğu, olayların işleyişine ilişkin merak duygusu ve devamında gelen araştırma-inceleme etkinliklerinin yer aldığı, öğrencilerin sorularına çözümler bulmak üzere birinci elden denemeler yaptığı, bu yolla bilgi ve beceri edindikleri öğrenme sürecidir.

Geleneksel doğrulayıcı yaklaşım: Uygulama süreci ve sınırları öğretmen tarafından önceden tasarlanan ve belirlenmiş olan bu aşamalar yoluyla sonuçları öğretmen tarafından öngörülen etkinliklerin uygulandığı öğretim sürecidir.

Özyeterlik: Bireyin bir uygulamayı başarılı bir şekilde gerçekleştirebilme potansiyeline ilişkin inancıdır.

Kavramsal anlama: Bireylerin kavramların genel özelliklerini ve diğer kavramlar ile olan ilişkilerini tanımlayabilme durumudur.

Bilimsel süreç becerileri: Bireylerin araştırma yol ve yöntemlerini kullanarak bilgiye ulaşmalarını ve problem durumlarına çözüm bulmalarını sağlayan becerilerdir.

1.8. Kısaltmalar

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

SDÖ: Sorgulamaya Dayalı Öğrenme

GDY: Geleneksel Doğrulayıcı Yaklaşım

SDFÖÖ: Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliği

KAT: Kavramsal Anlama Testi

BSB: Bilimsel Süreç Becerileri

BÖLÜM II

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

2.1. Günümüzde Fen Eğitimi

Eğitim tarihinin uzunca bir sürecinde öğrencilerdeki yanlış öğrenmeler zihinden silinmesi ve değiştirilmesi gereken bilgi yığını olarak görülmüş ve bu doğrultuda çalışmalar yürütülmüştür. Dolayısıyla öğretim programlarında da öğrencilere doğru öğrenmelerin kazandırılması ve yanlış olan bilgilerin değiştirilmesi hedefiyle yola çıkan bir öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir. Nitekim günümüzde bile kısmen de olsa varlığını sürdürmekte olan birçok çoktan seçmeli sınav bu anlayış üzerine kurulmakta ve öğrencilerden belirli bilgileri aynı çerçeve içerisinde sunabilmelerini beklemektedir. Bu sebeple de öğretmen merkezli yürütülen bu sistemde öğrenciler pasif ve ezberci bir öğrenme süreci yaşamaktadırlar (Bilal, 2010).

Bilimin ve insanların değişim ve gelişimleri sonucunda toplumlarda insanların ihtiyaçları ve beklentileri de oldukça değişmiş, daha fazla bilgiye ve daha etkin bilgiye olan ihtiyaç artmıştır. Bu durum araştırma ve sorgulama süreçlerini de beraberinde getirerek olayların ve kavramların daha fazla incelenmesinin, var olan bilgilerin yeniden gözden geçirilmesinin önünü açmıştır. Bu noktada 20. yy. başlarında var olan paradigma doğayı ve olayları açıklama konusunda sınırlı kalmış, etkisini yitirmeye ve tartışılır hale gelmeye başlamıştır. Bireylerin bilgiyi sorgulayabileceğini, değiştirebileceğini ve geliştirebileceğini savunan yeni bir paradigmanın benimsenmesi ihtiyacı da böylelikle doğmuştur. Bu paradigmaya göre bilginin ve araştırmaların nesnelliği değil öznelliği söz konusudur (Yüce, Eryaman, Şahin, & Koçer, 2014). Bireylerin bulundukları şartlar ve ihtiyaçları doğrultusunda ortaya koydukları bu bilgiler de değişim ve gelişim gösterebilir (Adak & Bakır, 2017).

Yapılandırmacı yaklaşım olarak eğitim literatürüne giren bu anlayış bireylerin sahip oldukları bireysel farklılıkların, bilgilerin ve bakış açılarının düzeltilmesi gereken hatalar değil, bilginin gelişmesini sağlayacak etmenler olarak görülmesini sağlamıştır. Bu durum eğitimde de önemli değişimler yaratmıştır. Eğer öğrencilere bilgiler ve problemlerine ilişkin çözümler önceden verilirse, öğrenciler asla problemlerine farklı çözümler bulma konusunda bir arayışa girme ihtiyacı hissetmezler (Zhang, 2016, s. 908). Oysa anlamlı, nitelikli ve derin öğrenmelerin gerçekleşmesi için öğrencilerin çözüm bulma sürecinde aktif yer almaları gerekmektedir. Bu sebeple daha önceleri benimsenen eğitim sisteminde beklenen durumdan farklı gelişen öğrenmeler hata, yanlış, eksiklik gibi değerlendirilebilirken, yapılandırmacı yaklaşımda öğrencilerin yanlış ya da eksik öğrenmelerinin de bize bazı ipuçları verdiği ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine dair önemli bulgular sunduğu savunulur. Öğrenciler, öğretmen tarafından tasarlanan öğrenme ortamlarında aynı bilgiyi aynı şekilde gözlemlemek durumundadırlar. Ancak gözlemin ardından zihinde bu öğrenmelerin kodlanması aşaması tamamen öğrencinin bireysel gerçekleştirdiği bazı süreçler içerir. Öğrencilerin hepsi aynı görselleri görse de her bir öğrenci farklı şekillerde gözlem yapabilir, farklı açılardan bakabilir, farklı veriler toplayabilir ve bunların hepsini zihinlerinde farklı şekilde yorumlayabilir. Bu yorumlamaların ardından her bir öğrencinin zihninde bir şema oluşur. Doğru ya da yanlış olarak nitelendirdiğimiz bu şemaların her birisi birer öğrenmedir. Bu öğrenmelerin hepsi bize öğrencilerin öğrenme süreçlerinde nasıl bir yol izledikleri ve neler yaptıkları konusunda oldukça önemli veriler sunar. Bu sebeple, yeni fen öğretim programlarında benimsenen yaklaşımlarda öğretmenlerin bilgiyi nasıl dağıttıklarından ziyade öğrencilerin nasıl ve hangi yöntemlerle daha iyi öğrenebildikleri ile ilgilenilmektedir (Krajcik, Blumenfeld, Marx, & Soloway, 2000).

2.2. Fen Bilimleri Öğretim Programının Tarihsel Gelişimi

Ülkemiz öğretim programlarına “yapılandırmacılık” kavramının girdiği 2000’li yılların başından itibaren öğrenme ve öğretme sürecine farklı bir bakış açısı gelmiştir. Bu bakış açısına göre öğretme-öğrenme sürecinin odağı öğrencilerin ezberledikleri ya da öğrendikleri bilgiler değil, onların kazandıkları yaşamsal beceriler ve bu becerileri kullanarak oluşturdukları anlamlı öğrenmeler olmuştur. Dolayısıyla öğrencilerin ne öğrendiklerinden çok, öğrenme sürecinde ne gibi deneyimler yaşadıkları, bu

deneyimler sonucunda kalıcı olarak ne gibi beceriler kazandıkları, bu becerileri yeni bilgileri kazanma sürecinde ne kadar kullanabildikleri tartışılmaya başlanmıştır. Fen eğitiminde “yapılandırmacılık” ve “yapılandırmacı yaklaşım” kavramlarıyla ilk olarak karşılaştığımız öğretim programı olan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı yapılandırmacı yaklaşımı “bilginin öğretmenden öğrenciye doğrudan ve olduğu gibi aktarılamayacağını, öğrencinin kendisi tarafından etkin bir şekilde yeniden yapılandırılıp yeni bir formata dönüştürüldüğünü ileri süren yaklaşım” olarak tanımlamıştır (MEB, 2004, s. 13). Bu yaklaşımın öğretim programınca benimsenmesi ise öğrencilerin öğrenme sürecinde hazır bilgileri alıp saklayan bellekler olmadığını, sahip oldukları bilgileri ve becerileri kullanarak öğrenme süreçlerini ve deneyimlerini kendilerinin yapılandırıdığını kabul eden yeni bir öğrenme sürecine geçilmesi anlamına gelmiştir. Eğitim araştırmaları ve öğretim programlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar da bu doğrultuda yoğunlaşarak öğretim programında fen okuryazarı bireyler olarak nitelendirilen (MEB, 2004, s. 12), araştırarak ve deneyimleyerek öğrenen bireyler yetiştirmenin yollarını aramaya yönelmişlerdir. Eğitim araştırmalarının getirdiği yeni bilgiler doğrultusunda değişmeye ve gelişmeye devam eden yalnızca öğretim programları olmamış, aynı zamanda öğrenme ortamları ve öğretmen yetiştirme süreci de bu gelişimlerde üzerine düşen payı üstlenmişlerdir.

İnsanların ve teknolojinin gelişim süreci öğrencilerin daha iyi öğrenmesine yönelik yeni öğrenme ortamları ve süreçleri tasarlanması konusunda da önemli adımlar atılmasını gerektirmiştir. Öğretim programları da 2004 yılında ortaya konulan haliyle kalmayıp, değişen bilgilere ve bireylere uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. 2012-2013 öğretim yılında eğitim sisteminin 4+4+4 formatına dönüştürülmesi ile bir önceki programda “fen ve teknoloji” olarak geçen dersin ismi “fen bilimleri” olarak güncellenmiştir. Bu sisteme uygun yeni öğretim programı ise 2013 yılında hazırlanarak önce 3. sınıf düzeyinde ardından diğer sınıf düzeylerinde uygulamaya konulmuştur (MEB, 2013). 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programında bir önceki programa ek olarak “kariyer bilinci” kavramına yer verilerek bireylerin öğrenme ve gelişim süreçlerindeki rollerine vurgu yapılmaya devam edilmiştir. Programın benimsediği yaklaşım ise bir önceki programdan farklı olarak araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı olmuştur. Öğrencilerin bireysel sorumluluklar almaları, kendi öğrenme süreçlerini yönlendirmeleri ve daha kalıcı öğrenmeler oluşmasını

sağlayan bir yaklaşım olan araştırma-sorgulamaya dayalı yaklaşım, bu programla birlikte ülkemizdeki fen öğretim sürecine farklı bir anlayış getirmiştir.

Eğitim sürecindeki tüm paydaşların (öğrenci, öğretmen, akademisyen, veli vb.) görüşleri alınarak geliştirilen fen öğretim programı son olarak 2018 yılında güncellenmiştir. Bireylerin öğrenme süreçlerinin zenginleştirilmesi amacıyla daha az sıkıştırılmış bilginin, daha zengin öğrenme ortamlarının ve daha çok deneyimin planlandığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı da sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimsemiştir (MEB, 2018). Programda okul dışı ortamların da yer aldığı daha zengin öğrenme ortamlarının oluşturulması ve öğrencilerin deneyimler yoluyla daha kalıcı öğrenmeler kazanmaları hedeflenmiştir.

Ülkemiz fen öğretim programlarının son yıllarda izledikleri rotadan anlaşılacağı üzere, bireyin öğrenme sürecinde aktif rol alması ve öğrenme sürecinde araştırma-sorgulayan bir konumda olması konusunda net olan Fen Bilimleri Öğretim Programı, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alan bireyler yetiştirmeye odaklanmıştır. Bu bireylerin yetiştirilebilmesi için ise yine Fen Bilimleri Öğretim Programı içerisinde belirtilen yaşamsal becerileri ve davranışları kazandırmaya yönelik bir öğretim süreci hedeflenmiştir. Dolayısıyla söz konusu sürecin etkililiği ve kalıcılığı için sorgulamaya dayalı öğrenmenin ne olduğu ve nasıl uygulanabileceğinin kavranması oldukça önemlidir.

2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme

Fen konularının içerisinde yer alan geniş ve büyük oranda soyut dünyayı anlamak ancak onu gözlemlenebilir hale getirmekle yani somutlaştırmakla mümkündür. Kavramların ve olayların somutlaştırılması ise tıpkı bilim insanlarının yaptığı gibi olayların gerçekleşme aşamalarını denemekle olmaktadır. Bu denemelerde kavramların özelliklerinin ve ilişkilerinin belirli bilgilere dayalı olduğunu, bilginin değişebildiğini, gelişebildiğini ve bireyler tarafından denenerek yorumlanabildiğini anlatmanın yolu bireylere bilim insanı gibi çalışma ve bilgileri sorgulama fırsatı vermektir. Bu fırsatı vermeyi hedefleyen fen eğitiminin ise en önemli parçası laboratuvarlar ve onların içerdikleri uygulamalardır. Öğrencilere laboratuvar ortamı sunmak, beraberinde bu ortamda yapılacak olan öğretime ilişkin etkili yaklaşımlar belirlemeyi de getirmektedir. Laboratuvar etkinlikleri ise çoğunlukla iki şekilde

uygulanmaktadır. Bunlardan birisi yemek tarifi ya da reçete tarzı olarak bildiğimiz geleneksel yaklaşım, diğeri ise sorgulamaya dayalı yaklaşımdır (Colburn, 2008). Son yıllarda fen eğitiminde ve özellikle laboratuvarlarda en fazla yer verilen yaklaşım araştırmaya-sorgulamaya dayalı yaklaşımdır. Çünkü fenin ve fen eğitiminin doğası araştırma-sorgulamayı barındırmakta ve kullanmayı gerektirmektedir (Bozkurt, 2014).

Araştırmaya dayalı ya da sorgulamaya dayalı öğrenme, bireylerin yaşadıkları çevreye ilişkin sorular sordukları ve bu soruların cevaplarını araştırarak sahip oldukları bilgileri yeniden yapılandırarak yaklaşımdır. 1996 yılında Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council) tarafından Ulusal Fen Eğitimi Standartları belirlenmiş ve bu standartlar kapsamında araştırmaya dayalı öğrenmenin fen eğitimindeki yerine vurgu yapılmıştır. Buna göre araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, “öğrencilerin gözlemler yaparak veriler topladığı, araştırma soruları sorarak araştırma süreci planladıkları, deneyler yaparak elde ettikleri verileri analiz ettikleri, var olan bilgilerini bulguları ile karşılaştırdıkları ve kendi açıklamalarını ortaya koydukları ve tartıştıkları süreç” olarak tanımlanmıştır (National Research Council, 2000). İlk çalışmaların ardından sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulama örnekleri hızla artmış ve birçok ülkede öğretim programlarının ilgi odağı haline gelmiştir. Ayrıca eğitim araştırmaları da nispeten yeni bir yaklaşım olan sorgulamaya dayalı öğrenmenin tanımlanması ve yaygınlaştırılması boyutunda oldukça yoğunlaşmıştır.

Bell, Smetana & Binns (2005) sorgulamaya dayalı öğrenmeyi öğrencilerin elde ettikleri veriler yoluyla problem durumuna çözümler ürettikleri aktif öğrenme süreci olarak tanımlamıştır. Colburn (2000) ise sorgulamaya dayalı öğretimi “öğrencilerin açık uçlu, öğrenci merkezli ve uygulamalı etkinliklerle desteklendiği bir sınıf ortamı tasarlama” olarak tanımlamıştır.

Farklı çalışmalarda getirilen tanımlara bakıldığında, tanımların hepsinin aynı öğrenme sürecini işaret ettiği görülmektedir. Yani merkezde öğrencilerin olduğu, olayların işleyişine ilişkin merak duygusu ve devamında gelen araştırma-inceleme etkinliklerinin yer aldığı, öğrencilerin sorularına çözümler bulmak üzere birinci elden denemeler yaptığı, bu yolla bilgi ve beceri edindikleri öğrenme süreci anlatılmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenmede, öğretmenlerin doğrudan bilgi aktarmasından çok, öğrenci ve öğretmenlerin birlikte araştırmalar yürüterek problemlere çözüm bulmaları

söz konusudur (Çelik, 2012). Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde öğrenciler bir problem durumuna ilişkin farkındalık oluşturur, problem durumunu tanımlar ve ardından problem durumuna çözüm üretmek üzere araştırma yaparlar. Bu araştırmalar sırasında gözlemler, ölçmeler, tahminler, çıkarımlar, deneyler yaparak kendi çözüm yollarını ifade eden sonuçlar ortaya koyarlar. Bu süreç bir bilim insanının çalışmaları sırasında uyguladığı aşamalardır. Dolayısıyla öğrenciler sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde “bilim” yapmaktadırlar. Böylesine kapsamlı ve derin uygulamalar öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve kavramsal anlamalarını geliştirmelerini sağlar (Bozkurt, 2014; Wong, Yam & Lee, 2010). Ayrıca öğrencilerin bireysel sorumluluklar almaları, sürece aktif katılma konusunda güdülenerek araştırma sürecinde daha başarılı olmalarını sağlar (Wolf & Fraser, 2008).

Fen eğitiminin odağında bilimsel okuryazar veya fen okuryazarı olarak da tanımlanan, günlük hayattaki problemlere çözümler üretebilen nitelikli bireyler yetiştirmek vardır. Bu bireyler, öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu alabilen ve bilgiyi bir öğretenden bağımsız olarak keşfedebilecek niteliktedirler. Sorgulamaya dayalı öğrenme, bu nitelikli bilimsel okuryazarların yetiştirilebilmesi için önemli bir yaklaşımdır (Kızılaslan, Sözbilir, & Yaşar, 2012). Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenme, bireylerin fikirler üretmelerini, geliştirmelerini ve sunmalarını teşvik etmektedir (Krajcik, Blumenfeld, Marx, & Soloway, 2000). Günlük hayattan örnekleri ve günlük hayatta ihtiyaç duyulan becerileri odağına almış olması, sorgulamaya dayalı öğrenmeyi daha da önemli hale getirmektedir. Öğrendiklerini günlük hayatında uygulayabilen öğrencilerde öğrenmeler daha anlamlı ve kalıcı hale gelir (Oguz-Unver & Yurumezoglu, 2014).

Yapılan çalışmalarda sorgulamaya dayalı öğrenmenin geleneksel yaklaşıma kıyasla daha başarılı olduğu belirten çalışmaların oldukça fazla olduğu görülmektedir (Basağa, Geban & Tekkaya, 1994; Mao & Chang, 1998; Ortakuz 2006; Şensoy & Aydoğdu, 2008; Özdilek & Bulunuz, 2009; Miller, 2014; Maxwell, Lambeth, & Cox, 2015). Bu çalışmaların büyük bir bölümünde öğrencilerin akademik başarılarında önemli gelişmeler gözlemlenmiştir (Trundle, Atwood, Christopher, & Sackes, 2010; Bozkurt, 2012; İnal, 2013). Özellikle son yıllarda fen eğitiminin kazandırmayı hedeflediği öncelikli kazanımlar olan bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme becerileri ve sorgulama becerilerinin gelişmesinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin

olumlu etkileri olduğunu gösteren çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür (Basağa, Geban ve Tekkaya, 1994; Duban, 2008; Brickman, Gormally, Armstrong & Hallar, 2009; Ergül ve diğer., 2011; Longo, 2012; Yazgan, 2013; Dilbaz, 2013). Öğrencilerin derslerdeki akademik başarılarını ve derslere yönelik özyeterlik inançlarını doğrudan etkileyebilecek olan tutum değişkeni de çeşitli çalışmalarda incelenmiş ve sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin derse yönelik tutumları olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Mao & Chang, 1998; Laipply, 2004; Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Humphrey Jr, 2013; Yazgan, 2013; Miller, 2014; Duran, 2015).

Öğrencilerin bir araştırma sorusu üzerinde fikir yürütmeleri ve analiz etmek üzere çeşitli veriler toplamaları, yapılan etkinliğin sorgulamaya dayalı olduğunu gösteren önemli bir göstergedir. Etkinliğin içerisinde araştırma sorusu ve veri analizi olmadığında, içerik açısından zengin bir etkinlik olsa da sorgulamaya dayalı bir etkinliğin özelliklerini tam olarak taşımayabilir (Bell, Smetana, & Binns, 2005). Dolayısıyla sorgulama sürecini başlatan en önemli bileşenlerden birisi araştırma sorusudur. Öğrenciler gerçek bir araştırma sürecine girmek için araştırma sorusu ile birlikte bilimsel sürecin gerektirdiği tüm bileşenlere ihtiyaç duyar. Öğrenciler, ancak öğrenme materyalleri, problem durumları ve kişisel çalışmalar yürütebilecekleri imkanların ve ortamların oluşturulması durumunda araştırma yapabilirler (Martin, Sexton, Wagner, & Gerlovich, 1997). Bu noktada sadece sorgulamaya dayalı öğrenmenin değil, öğretim sürecinin tamamının en önemli bileşenlerinden birisi olan öğretmenler gündeme gelmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme süreci her ne kadar öğrenci merkezli olmayı vurguluyor olsa da sürecin niteliğini belirleyen en önemli etmenlerden birisi öğretmenlerdir. Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenciler öğrenme sürecinin aktif katılımcıları, öğretmenler ise öğrenme sürecinin rehberleridir (Kazempour, Amirshokoohi, & Colak, 2009). Öğrencilerin bir bilim insanı gibi araştırma yapabilmeleri için hazır bilgiden çok bir rehber ihtiyaçları vardır. Öğretmenler sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde bu görevi üstlenirler. Öğrencilerin nitelikli bir öğrenme süreci geçirmelerini, sabit ve sınırlandırılmış bilgilerle yetinmemelerini ve zamanlarını verimli kullanmalarını sağlamak, öğretmenlerin sorgulamaya dayalı sürecin başarıya ulaşması için yapabileceği en iyi rehberliktir. Bu doğrultuda eğitim araştırmacıları öğretmenlerin sorgulamaya dayalı

öğrenme becerilerini öğrencilere belirli aşamalar ile kazandırabileceklerini belirtmişlerdir. Bu aşamalar ise öğretmenlerin rehberlik etme durumlarına göre ayrılmakta olup, sorgulamaya dayalı öğrenmenin türleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Türleri

Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin öğretmen ve öğrencinin rollerine ve beklentilerine bağlı olarak değişen çeşitli türleri bulunmaktadır (Longo, 2012). Türleri bir sayı doğrusu üzerinde yerleştirdiğimizi düşünersek doğrunun bir ucunda öğrenme sürecinin tamamını öğretmenin tasarladığı ve öğrencilere sunduğu sorgulama biçimi yer alırken diğer ucunda problem durumunun belirlenmesi de dahil tüm aşamaları öğrencilerin şekillendirdiği bir sorgulama biçimi yer almaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde bu uçlar arasındaki hangi sorgulama türüne yer verileceğine ise öğrencilerin seviyeleri, hazırbulunuşluk durumları, önceki öğrenme deneyimleri ve öğretmenin beklentileri doğrultusunda karar verilir.

Araştırmacılar, sorgulamaya dayalı öğrenmenin türlerini çeşitli başlıklar altında incelemişlerdir:

Schwab (1962), sorgulamaya dayalı öğrenme türlerini dört başlık altında incelemiştir. Bu türlerin belirlenmesinde ise üç kriter ele alınmıştır: araştırma sorusunun kaynağı, veri toplama yöntemleri ve sonuçları yorumlama aşaması. Öğretmen ve öğrencilerin süreçteki rolleri bu üç kriter açısından değerlendirilerek hangi sorgulama türü olduğuna karar verilmektedir. Bu sorgulama türlerine göre 0 seviyesinde bir sorgulamada araştırma sorusu, veri toplama yöntemleri ve sonuçların yorumlanması tamamen öğretmen tarafından yapılandırılır. Seviye 1 tipi sorgulamada öğrenciye araştırma sorusu ve veri toplama yöntemleri verilerek sonuçları yorumlama aşaması öğrenci tarafından şekillendirilir. Seviye 2 tipi bir sorgulamada öğrenciye yalnızca araştırma sorusu verilir, diğer aşamaları öğrencinin şekillendirmesi beklenir. Son olarak 3. seviye sorgulamada ise öğrenci araştırma sorusu dahil tüm aşamaları kendisi şekillendirir.

Herron (1971), sorgulama aşamalarını açıklamada doğrulayıcı sorgulamadan açık sorgulamaya doğru devam eden bir aralık sunmuştur. Bu aralıkta ise 4 farklı seviye tanımlamıştır. Bu seviyelerden ilkinde öğrenciye etkinliğin gerçekleştirilmesine

yönelik tüm aşamalar *reçete tarzı* olarak da bilinen önceden yapılandırılmış bir şekilde verilmektedir. Öğrenciler bilinen sonuçları doğrulamak üzere etkinliği gerçekleştirirler. İkinci seviye olan *yapılandırılmış sorgulamada* öğrencilere araştırma sorusu ve etkinliğin yöntemsel aşamaları verilerek bir sonuca ulaşmaları istenir. Üçüncü seviye olan *rehberli sorgulamada* öğrencilere araştırma sorusu verilirken, etkinliğin yöntemsel aşamaları bölümünde öğrencilerin süreci şekillendirmelerine de esneklik sağlanır. Dördüncü aşamada ise öğrencilerin konuya ilişkin araştırma sorularını ve yöntemsel aşamaları şekillendirdikleri bir öğretim süreci uygulanır.

Colburn (2000) de diğer sınıflamaları destekler nitelikte bir sınıflama sunmuştur. Colburn' e göre sorgulama türleri ise yapılandırılmış sorgulama, rehberli sorgulama, açık uçlu sorgulama ve öğrenme halkası şeklindedir. Yapılandırılmış sorgulamada öğretmen tarafından önceden belirlenen problem durumu doğrultusunda, yine öğretmen tarafından belirlenen malzemeler ve uygulama aşamaları öğrenciler tarafından takip edilir. Öğrenciler problem durumunu bu çerçevede inceleyerek önceden bilinen sonuçlara ulaşırlar. Rehberli sorgulamada öğrencilere problem durumu ve malzemelerin sağlandığı, uygulama sürecini öğrencilerin şekillendirdiği bir süreç söz konusudur. Öğretmen, öğrencilere rehberlik etme konumundadır. Açık uçlu sorgulamada ise öğrenciler problem durumunu, malzemeleri, uygulama aşamalarını tamamen kendileri şekillendirerek ulaştıkları sonuçları sunarlar. Burada sürecin tamamı öğrencilerin kontrolünde olup, sorgulama süreci açısından oldukça ileri bir seviyedir. Öğrenme halkasında ise öğrenciler yeni bir kavram üzerine çalışarak bu kavramla ilgili rehberli sorgulama süreci yürütürler. Kavramla ilgili ulaştıkları sonuçlardan da faydalanarak bu yeni kavramı farklı durumlara uyarlarlar.

Martin-Hansen (2002) ise sorgulama türlerini yapılandırılmış, rehberli, birleşik ve açık uçlu sorgulama olarak 4 başlık altında sınıflandırmıştır. Yapılandırılmış sorgulamada adından da anlaşılacağı üzere öğretmen merkezli ve sınırları net bir şekilde belirlenmiş bir sorgulama sürecinden bahsedilmektedir. Öğretmen tarafından önceden belirlenen aşamalar öğrenciler tarafından sırayla gerçekleştirilir. Rehberli sorgulamada öğrencilere bir araştırma sorusu sunularak öğrencilerin soruya yönelik çözüm bulma süreçlerini kendilerinin belirlemesi sağlanır. Özellikle sorgulamaya dayalı öğrenmede yeni olan ve açık uçlu sorgulama sürecine adapte edilmeye çalışılan öğrenme ortamları için önemli ve kolaylaştırıcı bir geçiş sürecidir. Birleşik

sorgulamada ise rehberli ve açık uçlu sorgulama türlerinin birlikte kullanıldığı bir türden bahsedilmektedir. Birleşik sorgulamanın ilk aşamasında rehberli, sonrasında açık uçlu bir araştırma süreci yürütülmektedir. Açık uçlu sorgulamada ise öğrencilerin öğrenme süreçlerini tamamen kendilerinin şekillendirdiği bir sorgulama vardır. Öğrenciler problem durumunu ve buna yönelik çözüm önerileri getirebilecekleri araştırmalarını kendileri planlamaktadır. En öğrenci merkezli olan aşama açık uçlu sorgulama aşamasıdır.

Banchi & Bell (2008) ise sorgulamaya dayalı öğrenmeyi doğrulayıcı, yapılandırılmış, rehberli ve açık uçlu olmak üzere dört başlık altında incelemiştir. Doğrulayıcı sorgulamada öğrencilere araştırma sorusu ve izleyecekleri aşamalar verilir, bu aşamalar sonunda ulaşacakları sonuçlar da önceden bilinir. Bu sorgulama türünde öğrencilerin deney yapabilme becerilerinin geliştirilmesi ve hazır bilgi olarak verilen bazı durumların anlamlandırılmasını sağlamak amaçlanır. Yapılandırılmış sorgulamada ise araştırma sorusu ve aşamalar yine verilmekle birlikte, sonuçları öğrenciler kendi topladıkları veriler doğrultusunda ortaya koyarlar. Öğrencilerin önceden bilmedikleri bir sonuca ulaşmaya çalışmaları ve bu doğrultuda verileri yorumlayabilme becerileri kazanmaları amaçlanır. Üçüncü aşama olan rehberli sorgulamada ise öğretmen yalnızca araştırma sorusunu sunar, öğrenciler izleyecekleri aşamaları belirleme konusunda sorumluluk alırlar. Bu aşamalar doğrultusunda da araştırma sorusuna ilişkin bir açıklama ortaya koyarlar. Bu aşamada her ne kadar öğrencilerin sorumluluk alması söz konusu olsa da öğretmenler deneyin yapılması sürecinde öğrencilere rehberlik etmek durumundadır. Dolayısıyla öğretmenin pasif olduğu değil, yalnızca rolünün rehberlik etmek olduğu bir uygulama süreci söz konusudur. Dördüncü aşama olan açık sorgulamada ise öğrenciler bir bilim insanı gibi, problem olarak gördükleri duruma ilişkin araştırma sorularını, araştırma aşamalarını ve elde ettikleri bulguların sunulması aşamasını tamamen kendileri tasarlar. Bu aşama, öğrencilerin gelmesi planlanan asıl hedeftir. Çünkü bu aşamada öğrenciler sürecin tamamında sorumluluk almakta ve çevrelerinde meydana gelen olayları anlamlandırma konusunda oldukça gelişmiş bir seviyede olmaktadır. Bu aşamaya gelebilmeleri için ise önceki aşamaların tamamını yeterli bir şekilde uygulamaları ve deneyimleri doğrultusunda sonraki aşamalara geçmelerinin sağlanması gerekmektedir.

Görüldüğü üzere sorgulama türlerinin sınıflandırılması, genel itibariyle aynı kriterler üzerine kurulmuştur. Tamamen öğretmen merkezli veya tamamen öğrenci merkezli (yaparak-yaşayarak öğrenme) olma durumlarının arasındaki aşamalar sorgulamanın türleri olarak ele alınmıştır. Yalnızca bu iki uç duruma yakınlık derecesine göre sorgulama türlerinin sınıflandırılması değişkenlik göstermiştir. Açık uçlu sorgulama ve rehberli sorgulama noktasında tüm araştırmacılar görüş birliği göstermektedir. Bu aşamaların dışında ise birbirine çok yakın süreçler içermesine rağmen bir takım farklı isimlendirmeler ile karşılaşmak mümkündür.

Sorgulama türlerinin içerdiği süreçler incelendiğinde, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin öğrencilerin bu süreçte aktif olarak yer alma oranlarına göre şekillendiği görülmektedir. Asıl hedef öğrencilerin bu süreçte tamamen yer alması ve açık uçlu sorgulama yapabilme becerisini kazanması olsa da gerek öğrencilerin yaş grupları, hazırbulunuşluk düzeyleri, gerekse sorgulamaya dayalı öğrenme konusundaki deneyimleri açık uçlu sorgulamanın gerçekleştirilmesi için uygun olmayabilir. Dolayısıyla sorgulama türlerinden de anlaşılacağı üzere açık sorgulama becerisini kazanmak, önceki aşamalardan da geçmeyi gerektiren bir gelişim sürecidir. Bu sebeple kriterlerimiz doğrultusunda öğrenciler için en uygun olan sorgulama sürecinin uygulanması, bir sonraki aşamaya geçişi ve anlamlı kazanımlar edinmeyi kolaylaştıracaktır.

Bu araştırmada, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini şekillendirme noktasında Banchi & Bell (2008) tarafından yapılan sınıflandırma kullanılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre sorgulamaya dayalı öğrenme doğrulayıcı, yapılandırılmış, rehberli ve açık uçlu olarak dört başlık altında incelenmiştir. *Doğrulayıcı sorgulama* hem öğrencilerin hem de öğretmenin sonucunu bildiği deneyleri yaparak doğruluğunu test etme sürecini içerir. *Yapılandırılmış sorgulama*, uygulama sürecinin öğretmen tarafından önceden tasarlandığı bir süreçtir. Uygulamaya ilişkin problem durumu ve uygulama aşamaları öğrenciye sunularak öğrencinin bu aşamaları takip etmesi ve sonuca ulaşması beklenir (İnal, 2013). *Rehberli sorgulamada* öğrencilere problem durumu sunularak öğrencilerin araştırmalarını şekillendirmeleri beklenir. Öğretmen bu süreçte rehber rolündedir. *Açık sorgulamada* ise deney sürecinin her aşamasını öğrenciler belirler. Problemin tespit edilmesi de dahil olmak üzere tüm araştırma süreci öğrencilerin belirlediği şekilde ilerler. Öğrencilere sağlamış olduğu esnek ve sınırsız

çalışma ortamı sayesinde bilim insanlarının yürüttükleri çalışmalara en yakın özellikte olan sorgulama türüdür.

Uygulamaların yürütüleceği grubun öğretmen adayları olduğu düşünüldüğünde, temel becerileri kazandırmaya daha uygun olan doğrulayıcı sorgulama katılımcı grup için basit ve etkisiz bir aşama olabilir. Diğer yandan, yapılandırılmış sorgulamada öğrenciler önceden planlanan ve sonuçları öğretmen tarafından bilinen deneyler konusunda yeterince heyecan duymayabilirler. Rehberli ve açık sorgulamada ise yapılandırılmış sorgulamaya kıyasla daha fazla sayıda bilimsel süreç becerisini işe koşmaları ve geliştirmeleri söz konusudur (İnal, 2013). Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının temel deney becerilerine sahip olmaları ve yaş grupları gereği araştırma yapmak için daha fazla motivasyona ihtiyaç duymaları sebebiyle rehberli ve açık uçlu sorgulamanın daha uygun olduğuna karar verilmiştir. Ancak, öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğrenme konusunda daha öncesinde bir deneyimleri bulunmamasından kaynaklı olarak rehberli sorgulamanın kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu sebeple araştırmada rehberli sorgulamanın uygulanması kararlaştırılmıştır.

2.5. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğretmen Eğitimi

Öğretim programlarının tarihsel gelişimine bakıldığında, programlara getirilen her bir yenilik, yetiştirilecek olan öğrencilerin daha becerili, daha bilgili ve daha pratik olmaları için getirilmektedir. Öğrencilerin gerek okul ortamında gerekse okul dışında karşılaştıkları tüm problemlere çözümler üretebilen, doğada var olan bilgilerin sürekli gelişmesine katkıda bulunan bireyler olmaları hedeflenmektedir. Bu pencereden bakıldığında hem öğretim programlarının hem de bu programlar ile yetiştirilen öğrencilerin çok pozitif ve etkileyici bir tablo çizmesi söz konusudur. Ancak, bahsi geçen öğrenme ortamları yalnızca öğretim programları ile oluşmamaktadır. Öğrencilerde hedeflenen değişim ve gelişimleri gerçekleştirmek için öğretim programlarının düzenlenmesi, bir masanın ayaklarından yalnızca birisidir. Söz konusu masayı ayakta tutabilmek için, yani etkili öğrenmeyi sağlayabilmek için, öğretim programının doğru ve yeterli bir şekilde uygulanabilmesi gerekmektedir. Bu noktada öğretmenler ve onların tasarladıkları öğrenme ortamları gündeme gelmektedir. Öğrenme ortamlarının tasarlanması boyutunda öğretim programlarında yer verilen

etkinlikler bir noktaya kadar yönlendirici olabilmekte, öğretmenlere rehberlik edebilmektedir. Ancak her bölgedeki, her okuldaki hatta her sınıftaki çocukların birbirinden oldukça farklı bireysel özelliklere sahip oldukları düşünüldüğünde, bu öğrencileri öğrenme sürecine en iyi şekilde katabilecek öğrenme ortamlarının oluşturulabilmesi için öğretmenlerin mesleki becerilerini işe koşmaları gerekmektedir.

Öğretmen sorgulamaya dayalı süreçte bir rehber olduğu kadar aynı zamanda öğrenen birey rolünü de taşımaktadır (Krajcik, Blumenfeld, Marx, & Soloway, 2000). Bu öğrenmeler kuramsal bilgileri öğrencilerle birlikte test ederek geliştirmek boyutunda olabileceği gibi, öğrencileri ve onların bireysel farklılıklarını keşfetmek boyutunda da olabilir. Birinci boyut düşünüldüğünde, öğretmenlerin öğrencileri ile birlikte öğrenmesi, öğrencilerin süreçte gerçekten aktif olduklarını ve ortaya bir bilgi çıkarabildiklerini görmeleri açısından oldukça önemlidir. Bu durum öğrencilerin araştırma yapabilme konusundaki motivasyonlarını ve öğrenme isteklerini doğrudan tetikleyebilir. Dolayısıyla etkili bir fen eğitimi gerçekleştirme noktasında başarıyı arttırabilir. İkinci boyutta ise, öğrencilerin araştırma sürecinde ortaya koydukları doğal davranışlarının izlenmesi ve bu sayede onların bireysel farklılıklarının keşfedilmesi, bir öğretmenin fen öğretimi sürecini çok daha nitelikli hale getirebilmesi için oldukça önemli veriler sunabilir.

Öğrencilerin, özellikle ilkökul seviyesindeki öğrencilerin, doğrudan tek başlarına bir bilimsel çalışma tasarımları ve uygulamaları kolay olmayabilir. Bunu yapabilmek için öğrencilerin gerek ilkökul gerekse sonraki aşamalarda belirli noktalarda desteğe veya deneyimlere sahip olmaları gerekir (Banchi & Bell, 2008). Edelson, Gordin ve Pea (1999)' ye göre sorgulamaya dayalı öğrenmenin bazı ön koşulları vardır. Bu ön koşulların sağlanmaması durumunda hedeflenen açık sorgulamanın ya da gerçek bir bilimsel yaklaşımın sağlanması zor olabilir. Söz konusu ön koşullardan birisi motivasyondur. Motivasyonun sorgulamaya dayalı öğrenmedeki önemi büyüktür. Öğrencilerin yeterince motive olmamaları onların problemlere çözüm üretme konusundaki isteklerini de azaltır. Bu sebeple bilimsel sorgulama yapacak olan öğrencilerin bu sürece ilişkin motivasyonlarının da daha yüksek tutulması ve öğrenme isteklerinin fazla olması gerekmektedir. Bilimsel yöntem ve tekniklere hakimiyet, olması gereken ön koşullardan bir diğeridir. Öğrenciler bilimsel yöntem ve teknikleri temel düzeyde görmeli, hangi işlemlerin hangi amaçlarla gerçekleştirildiğinin

mantığını anlamalıdır. Bunları gerçekleştirmeden sağlıklı ve etkili bir deney gerçekleştirmeleri de zorlaşır. Bu konuda gerekli desteği sağlayacak olanlar ise fen bilimleri öğretmenleridir. Fen bilimleri öğretmenleri gerek öğretim programında belirtilen hedeflere ulaşılabilmesi için, gerekse etkili bir öğretim süreci gerçekleştirebilmek için ihtiyaç duyulan sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarını hazırlamakla ve öğrencileri bu ortama adapte etmekle sorumludurlar. Bu sebeple aslında öğretmenlerin süreçteki rolü ve sorumluluğu çok daha fazla ve önemlidir. Çünkü sorgulamaya dayalı fen öğretiminin en önemli aşamalarından birisini öğrencilere sunulan problem durumları ve günlük hayattan verilen örnekler oluşturmaktadır. Bu örneklerin belirlenmesi ve uygulanacak olan etkinlikler ile zenginleştirilmesi sürecini de fen bilimleri öğretmenleri tasarlamaktadır.

Öğretmenlerin sorgulamaya dayalı fen öğretimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için alışkın oldukları geleneksel öğretim tarzından uzaklaşmaları gerekmektedir. Bu köklü değişim öğretmenler için kolay olmayabilir. Birçok öğretmen sorgulamaya dayalı öğretim sürecine uygulaması zor ve zahmetli bir süreç olarak bakabilmektedir. Böyle düşünmelerinin sebebi olarak ise öğretmenlerin önceki dönemlerde benzer deneyimleri yaşamamış olmaları ve yeterince tecrübe sahibi olmamaları görülmektedir. Çünkü sorgulamaya dayalı derslerin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için iyi bir planlama yapılması ve öğrencilere her aşamada rehberlik yapılması gerekmektedir. Bu noktada öğretmenlerin deneyimli ve çözüm odaklı olmaları oldukça önemlidir.

Öğretmenlerin fen öğretiminde geleneksel olarak adlandırılan ve günümüz şartlarında yetersiz kalabilen eski yaklaşımları tekrarlamamalarının yolu daha etkili olarak görülen sorgulamaya dayalı yaklaşımı ilk elden deneyimleyerek faydalarını bizzat görmeleridir. Öğretmenlere sorgulamaya dayalı deneyimleri sunmak, onların daha derin öğrenmeler gerçekleştirmelerini sağlayabilir (Kazempour & Amirshokoohi, 2013). Böylelikle sürecin etkililiğini deneyimleyen öğretmenlerin kendi sınıflarında yürüttükleri fen öğretim süreçleri de zamanla değişim gösterebilir. Çünkü öğretmenlerin nasıl öğrendikleri onların nasıl öğreteceklerinin birinci dereceden belirleyicisi olacaktır (Trna, Trnova & Sibor, 2012; Kazempour & Amirshokoohi, 2013). Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini tasarlama boyutunda öğretmenlerin edinecekleri aktif deneyimler, onların kendi sınıf ortamlarını

hazırlama ve etkili öğretim gerçekleştirebilmeleri noktasında oldukça önemlidir (Wong, Yam & Lee, 2010).

Görüldüğü üzere, öğretmenlerin mesleki yeterlikleri ve gelişimleri etkili bir fen öğretimi için kilit bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda öğretmenlerin mesleki anlamda hizmet içi eğitim ve çalıştaylar da dahil olmak üzere en uzun süreli eğitim aldıkları dönem lisans eğitimleridir. Bu süreçte kazanılan deneyimler ve tutumlar, öğretmenlerin kendi öğretim ortamlarını ve süreçlerini tasarlama noktasında önemli bir belirleyicidir. Ayrıca öğretim programlarına getirilen yenilikçi bakış açıları ve yeni yaklaşımların hedefledikleri başarıya ulaşabilmesi için öncelikle öğretmen adaylarının bu yaklaşımlara yönelik deneyimler edinmeleri ve yaklaşımların etkinliğini görmeleri gerekir (Smolleck, Zembal-Saul & Yoder, 2006). Bu açıdan bakıldığında, ortaokul düzeyinde uygulanması planlanan öğretim sürecinin, öğretmenlerin lisans eğitimlerinde de yürütülmesinin önemi açıktır. Ancak lisans eğitiminde ortaokul düzeyine benzer şekilde sınırlandırılmış bir öğretim yaklaşımı ya da öğretim programı kullanılmadığından, benzer net sınırların çizilmesi mümkün değildir. Söz konusu sınırların olmaması lisans eğitimine öğretim sürecinin zenginleştirilmesi bakımından esneklik avantajı sağlamaktadır. Ancak bu avantajın değerlendirilememesi durumunda bu esneklik bir öğretmen için dezavantajlı bir süreç haline dönüşebilir. Etkili bir fen öğretim sürecinin sağlanabilmesi için öğrencilere bu fırsatları sunacak olan öğretmen adaylarının da aynı yaklaşımı benimseyen bir öğrenme süreci geçirmeleri gerekmektedir. Böyle bir öğrenme sürecinde öğretmen adayları bir yandan kendi öğrenmelerini aktif bir şekilde gerçekleştirirken, bir yandan da ileride gerçekleştirecekleri öğretim süreçlerini daha doğru şekillendirebilirler. Bu sebeple öğretmenlerin aldıkları eğitimler yoluyla kazandıkları bilgi, beceri, tutum ve deneyimler öğretim programlarının etkili uygulanması ve fen eğitiminin kalitesi bakımından çok önemli bir değişkendir. Üniversite öncesi dönemde gerçekleşen eğitim revizyonlarının aksine, öğretmen yetiştirme süreci ve öğretmen yetiştirme programlarının içerikleri daha yavaş değişen bir tablo sergilemektedir. Öğretmenlerin alan bilgisi (fizik, kimya, biyoloji gibi) ile ilgili derslerine ek olarak çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerini kazandırmaya yönelik dersler de yer alıyor olsa da öğretmen adayları bu derslerde öğretim süreçlerine yönelik kazanmaları gereken becerilerin hepsini edinemeyebilir. Bu durumda öğretmenlerin öğretim programlarının

benimsediği yaklaşımları benimsemeleri ve onlara aynı hızda uyum sağlamaları da zor olabilmektedir. Örneğin bir fen bilimleri öğretmen adayının öğretim sürecine dair en fazla deneyim kazanması gereken öğelerden birisini laboratuvarlar oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının laboratuvar ortamlarına ilişkin deneyimleri, onların öğretim süreçlerinde laboratuvara yer verme durumlarının birinci dereceden belirleyicisi olabilmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinde laboratuvar uygulamalarına yönelik ders içerikleri oldukça önemlidir. Laboratuvar da yapılan derslerin içerikleri ve laboratuvar uygulamalarına yönelik yaklaşımların eğitim araştırmalarının ışığında hızlı bir gelişim içerisinde olması gerekmektedir. Bu sayede öğretmen adaylarının fen öğretim sürecine ilişkin yeni yaklaşımları etkili bir şekilde uygulayabilmeleri de mümkün olacaktır (Hayes, 2002).

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu araştırmanın sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adayları üzerindeki etkilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesine ek olarak, öğretmen adaylarının etkili laboratuvar derslerine olan ihtiyaçlarına dikkat çekme ve bu doğrultuda hazırlanmış etkinlikleri araştırmacılara ve öğretim elemanlarına sunma konusunda da katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2.6. Fen Eğitiminde Fizik Konu ve Kavramları

Küçük çocukları gözlemlediğimizde, oyuncaklarını olduğu yerden alabilmek ya da çıkmayı planladığı bir yüksekliğe çıkabilmek için kendince çözümler ürettiğini görürüz. Aynı çocuklar ortaokul düzeyinde geldiklerinde bu yaratıcılıklarını öğretmenlerine sordukları birbirinden ilginç ve merak dolu sorularında gösterirler. Zaman zaman cevaplanması ve açıklanmasında güçlük yaşanmanın bile mümkün olduğu bu sorular, çocukları problem çözme aşamalarının en önemli bileşenleridir. Daha da büyüyüp lise ve üniversite düzeyine geldiklerinde ise fizik konularının arkasında yatan matematiksel derin dünyanın korkusuna kapıldıklarını ve derslerden, derslerin öğreteceği birtakım deneyimlerden çekindikleri görülebilmektedir. Doğayı ve çevremizdeki işleyişi keşfetmek yerine belirli görevleri yerine getirmek gibi görülen dersler, öğrencilerin gözünde daha da büyüebilmektedir. Bu durum beraberinde öğrencilerin gördükleri yeni ve zengin kavramları anlamlandıramamalarına ve önceki bilgilerini koruma altına almalarına sebep

olabilmektedir. Öğretimin ve bireysel gelişimlerin zora girdiği nokta da tam olarak burasıdır.

Fizik, öğrencilerin zorlandıklarını ifade ettikleri fen alanlarından birisidir (Abell & Vryan, 1997; Frederiksen, White & Gutwill, 1999; Küçüközer, 2000; Sönmez, Geban & Ertepinar, 2001; Sencar & Eryılmaz, 2002). Çünkü fizik denildiğinde genellikle tahtada veya kâğıtta çözülmek üzere sıralanmış, yoğun matematiksel işlemlerin ardından nihayete erdirilebileceğinin bile meçhul olduğu karmaşık formüller dizisi akla gelebilmektedir. Buna ek olarak onlarca kavram içermesi ve bu kavramların çoğunun soyut kavramlar olması Fizik konularının gözümüzde büyümesi için yeterli sebeplerdir (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Her ne kadar işin kuramsal arka planında böylesine yoğun bir matematik yatıyor olsa da Fizik, düşen bir çocuğu tutmamızdan, ağlarla buluşturmak üzere vurduğumuz topa, buzda yürürken yaptığımız denge sağlayıcı eğlenceli hareketlere kadar her hareketimizi açıklayan bir bilimdir. İşe bu taraftan baktığımızda ve günlük işlerimizde bulduğumuz pratik çözümlerimizin de aslında Fizik olduğunu fark ettiğimizde bu soyut dünyayı anlamlandırmamız daha kolay olmaktadır. Burada önemli olan nokta, Fizik konularının hayatımızın neresinde ve nasıl olduğuna ilişkin farkındalık oluşturabilmek ve öğretebilmektir. Dolayısıyla Fizik konularını doğru pencereden ve etkili bir şekilde öğretebilmenin yolu öncelikle bu konuların ne işe yarayacağını anlatmak ve merak oluşturmak ile mümkündür.

Öğrenciler sınıfa günlük hayatlarındaki deneyimleriyle edindikleri birçok Fizik kuralı ön bilgisi ile birlikte gelirler. Bunların bir kısmı bilimsel olarak öğretilmesi planlanan bilgiler ile uyumlu olsa da bir kısmı bilimsel bilgilerden uzak olabilir. Bilimsellikten uzak olan ve belirli deneyimlerle kazanılmış olan bu bilgilerin değiştirilmesi ise oldukça zor olabilir (Baser, 2006). Öğrencilerin zorlandıkları Fizik konularından birisi Elektrik ve Manyetizmadır. Elektrik ve Manyetizma konusu ortaokul düzeyinden üniversite düzeyine kadar her kademede yer alan bir konudur. Ortaokul düzeyinde temel kavramlar üzerinden başlayan öğretim üniversite düzeyine yaklaştıkça daha fazla kavramın derinlemesine incelenmesini içerir.

Fizik konularının öğretiminde özellikle çok sayıdaki soyut kavramı somutlaştırma ve anlaşılabilirliğini artırma noktasında en önemli yardımcı laboratuvar uygulamalarıdır. Günlük yaşamın neresinde fizik kavramlarının olduğunu bizzat öğrencilere

deneyimlerle gösterebileceğimiz, doğanın işleyişine yönelik meraklarını arttırarak kavramları anlamlandırmalarını sağlayabileceğimiz laboratuvar uygulamaları, fen derslerinin hedeflediği bakış açısını ve becerileri öğrencilere en etkili şekilde kazandırabilme potansiyelini taşımaktadır. Hedeflenen becerilerin kazandırılabilmesi durumunda ise kavramların öğretimi konusundaki engellerin aşılması ve daha etkili bir fen eğitiminin gerçekleştirilmesi de mümkün olabilecektir. Sorgulamaya dayalı öğrenme, özellikle laboratuvar boyutunda öğrencilerin aktif ve bilgiyi üreten, yorumlayan bireyler olmalarını teşvik ettiğinden Fizik kavramlarının öğretiminde etkili bir yaklaşımdır. Bu doğrultuda Fizik konularının birçoğuna yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme araştırmaları yapılmış olup (Maloney, O’Kuma, Hieggelke & Van Heuvelen, 2001; Polman & Pea, 2001; Bryant, 2006; Peşman, Arı, & Baykara, 2017; Bostan Sarioğlu & Bayırlı, 2017) çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

Bu araştırmada, sorgulamaya dayalı deneylerin etkisini incelemek üzere Fizik konularından Elektrik ve Manyetizma konusu seçilmiştir. Araştırmada kullanılan deneyler, lisans düzeyinde bir yarıyıl boyunca işlenen Elektrik ve Manyetizma konusuna yönelik olarak hazırlanmış ve uygulanmıştır.

2.7. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliği

Özyeterlik, “bireyin bir performansı gerçekleştirmek için gerekli etkinlikleri organize edip, başarılı olarak yapma kapasitesi hakkında kendine ilişkin yargısı” şeklinde tanımlanmaktadır (Bandura, 1997). Sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliği ise, bireylerin sorgulamaya dayalı fen öğretimi sürecini etkili şekilde gerçekleştirebilmelerine ilişkin yargılarını ifade etmektedir. Özyeterlik, bireylerin davranışlarının önemli bir belirleyicisidir (Morrell & Carroll, 2003). Bir öğretmenin öğretim sürecine yönelik sahip olduğu tutum ve inançları öğrencilerin başarılarını doğrudan şekillendiren bir etmendir (İnaltekin & Akçay, 2011). Çünkü öğretmenin öğrencilere ve öğretim sürecine ilişkin inancı sınıfa giriş şeklinden öğrencilerle iletişimine, dersi anlatış biçiminden tasarladığı etkinliklere kadar her boyuta etki eder. Dolayısıyla öğrencilerin ne öğreneceklerini ve nasıl öğreneceklerini öğretmenin deneyimleri ve derse hakimiyeti kadar, sürece ilişkin sahip olduğu tutum ve inançlar da belirler. Bu sebeple öğretmenlerin inançları ve tutumları, öğretim ortamlarına getirilecek tüm değişim ve yeniliklerin uygulanması sırasında dikkate alınması

gereken bir unsurdur. Bu durum göz ardı edildiğinde uygulanan yaklaşımın başarısına dair sağlıklı verilere ulaşmak da zorlaşır. Öğretim sürecine ilişkin planlanan uygulamalar ile öğretmenlerin öğretim sürecine ilişkin inancı paralellik göstermezse, öğretmenler öğrencilerin başarılı olmayacaklarına inanabilir ve planlanan uygulamaların başarısının önü en başından kesilmiş olabilir (Kazempour, Amirshokoohi, & Colak, 2009).

Öğretmenlerin özyeterliklerine yönelik olarak çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Ancak öğretmenlerin öğretmenliğe yönelik genel özyeterlikleri belirli bir alana (fen, matematik... gibi) ya da belirli bir yaklaşıma (yapılandırmacı, sorgulamaya dayalı... gibi) yönelik sahip oldukları özyeterliklerinden farklılık gösterebilir (Smolleck, Zembal-Saul, & Yoder, 2006; İnaltekin & Akçay, 2011). Fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenmenin benimsenmesi ile, öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğretime ilişkin özyeterlikleri incelenmeye başlamıştır. Çünkü öğrencilerin ve öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenme sürecine etkili katılımlarını sağlayabilmenin yollarından birisi öğretmenlerin özyeterliklerinin uygulamalarına nasıl yansıdığının bilinmesidir (Smolleck, Zembal-Saul, & Yoder, 2006). Öğretmenler sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini yürütülmesi zor bir süreç olarak görebilmektedirler. Uygulama sürecini düşündüklerinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin yalnızca ortalama üstündeki öğrenciler ile yürütülebileceğini belirtmektedirler. Öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğretim sürecini zor olarak nitelendirmelerinin arkasında farklı sebepler olması mümkündür. Öncelikle sorgulamaya dayalı öğretim sürecini yürütebilmeleri için öğretmenlerin bu yaklaşıma ilişkin belirli bir deneyim ve beceri kazanmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin sorgulamaya dayalı dersleri yürütme konusunda deneyimlerinin ve becerilerinin eksik olması, sorgulamaya dayalı öğretimi uygulama konusunda isteksiz ya da başarısız olmalarına sebep olabilir (O'Donnell, 2011, s. 1). Diğer yandan deneyim eksikliği uygulamalara ayrılan süreyi arttırabileceği için etkinliklerin daha fazla vakit almasına sebep olur ve öğrencilerin seviyelerine göre uyarlanmasını zorlaştırabilir. Bu durum da yine öğretmenlerin sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerini olumsuz yönde etkileyebilir.

Öğretmenlerin özyeterliklerinin belirleyicisi olabilecek etmenler düşünüldüğünde, öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğretim konusundaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin onların sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerini ve dolaylı

olarak fen öğretim süreçlerini etkileyebileceği söylenebilir. Yani öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının fen öğretimi özyeterliklerini arttırmak mümkündür. Öğretmen adaylarının fen konularına hakimiyetlerinin artması, onların fen öğretimi konusunda kendilerine olan güvenlerinin de artmasını sağlayabilir (Morrell & Carroll, 2003). Bu doğrultuda araştırma kapsamında öğretmen adaylarıyla yürütülecek olan sorgulamaya dayalı deneylerin fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerine olan etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulguların öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri noktasında lisans eğitimlerinin etkisine ilişkin önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2.8. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ve Kavramsal Anlama

Fen derslerinde onlarca kavram yer alır. Bu kavramların büyük bir bölümünü ise soyut kavramlar oluşturur. Bu sebeple öğrencilerin günlük yaşamın içerisindeki feni anlamlandırmaları noktasında kavram öğretimi önemli bir yere sahiptir (İnal, 2013). Kavramların sayıca fazlalığına ek olarak bazı soyut kavramlar da fen derslerinin etkili ve kalıcı öğretimini zorlaştırmaktadır. Soyut kavramların fazlalığı nedeniyle öğrenciler kavramları anlamakta zorlanmakta (Karlı, 2011), kavramları yanlış tanımlamakta veya kavramlar arası ilişkileri anlamlandıramamaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları kavramsal öğrenmelere var-yok şeklinde net bir ayırım ile bakmak yerine kavrama ilişkin bir kazanımın olmaması, alternatif kavramlara sahip olunması ve tam anlamıyla bilimsel kavramlara sahip olunması şeklinde kavramsal anlama düzeyi olarak bakmak daha doğru bir yaklaşımdır. Bu sebeple bireylerin kavramsal anlamalarının belirlenmesinde çoktan seçmeli testler kullanıldığı gibi (Maloney, O'Kuma, Hieggelke, & Van Heuvelen, 2001; Yıldırım, Yalçın, Şensoy & Akçay, 2008; Yaşar, 2016; Kayacan & Selvi, 2017), kavramsal anlama düzeyini detaylı olarak belirlemeye yönelik iki aşamalı (Sencar & Eryılmaz, 2002; Bilal & Erol, 2008; İnel, 2012) ve açık uçlu (Çepni & Keleş, 2006; Küçüközer & Kocakulah, 2008; Kırtak Ad, 2016; Karal, Alev & Yiğit, 2009; İnel, 2012) sorular da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çünkü yeni programlarda benimsenen yapılandırmacı yaklaşım öğrencilerin var olan bilgilerini yenileri ile birlikte yapılandırmalarını ve bu süreçte aktif bir şekilde yer almalarını gerektirdiğinden, öğrencilerin bu süreçte kazandıkları

bilgilerin ve meydana gelen değişimlerin belirlenmesi de standartlaştırılmış testlerin bulunduğu yzeyssel ölçümlerle sınırlı kalmamalıdır (Miller, 2014).

Öğretmenler öğrencilerini en iyi yetiştirebilecekleri yaklaşımlar olarak kendi ğrenciliklerinde en iyi öğrendikleri yol ve yaklaşımları düşünürler. Öğretim süreçlerini de bu düşünceleri şekillendirir (Shymansky, 1992; McDermott, 1993). Sorgulamaya dayalı fen ğretimi bu yaklaşımlardan birisidir. Fen dersleri öğrencilere doğanın işleyişini her yönüyle ve tüm bileşenleriyle inceleyebilme ve yorumlayabilme becerisini kazandırmayı hedeflemektedir. Doğanın işleyişini anlamlandırabilmek için fen eğitiminin içerdiği kavramları ve ilişkilerini doğru anlamlandırabilmek şarttır. Bu anlamlandırmalar ise tanımları ezberlemekle ve ifade edebilmekle mümkün olan bir süreç değildir. Aksine kavramların sorgulanması, incelenmesi, yorumlanması ve doğadaki karşılıklarının bulunması gerekmektedir. Sorgulamaya dayalı fen öğretiminin asıl amacı bu deneyimleri ilk elden kazandırabilmektir. Çünkü deney yapan bir ğrenci karşılaştığı bir problemin sınırlarını çizer, problem durumunun gerçek hayattaki yerini inceler, çözüm bulmak üzere sahip olduğu bilgileri gözden geçirir, bu bilgilere ek olarak derinlemesine araştırmalar yapar ve ortaya kendine ait birtakım fikirler sunar. Bu fikirleri ise kabul ettirme veya aldığı dönütler doğrultusunda revize etme durumu ile karşı karşıya kalır. Tüm bu süreçte öğrenciler kavramları ve kavramlar arası ilişkileri anlamaya çalışır. Sahip oldukları bilgileri diğer bilgiler ile karşılaştırırken bazen bu kavramlara yenilerini eklerler. Ancak her iki durumda da öğrenciler kavramlara ilişkin kendi yorumlamalarını getirerek içerisinde yaşadıkları doğaya ilişkin fikir sahibi olurlar. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin getirdiği araştırmacı kimlik, öğrencilerin kavramlar üzerinde derinlemesine çalışmalarını ve hedeflenen anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlayabilir.

2.9. Sorgulamaya Dayalı ğrenme ve Bilimsel Süreç Becerileri

Nitelikli bir fen eğitiminde öğrenciler öğrenme sürecinin aktif katılımcıları olurlar. Söz konusu aktiflik, öğrencilerin sahip oldukları bilgileri ortaya koyarak yeni bilgiler araştırma, elde edilen bilgilere eleştirel yaklaşma, bilgilerin doğruluğunu test etme, onları yorumlama ve bunları yaparken bir takım bilimsel aşamaları izlemeleri ile olur. Bu sayede öğrenciler fen derslerinde öğrendiklerini gerçek hayatları ile ilişkilendirme ihtiyacından hareket eder ve çevrelerine ilişkin daima anlamlı bir

öğrenme süreci içerisinde olurlar. Bu süreçte kullandıkları beceriler bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılır (Civelek & Özyılmaz Akamca, 2017). Bilimsel süreç becerileri, ülkemiz ve öğretim programında uzun bir süredir yer almakta olup, bilimsel okuryazar bireyler yetiştirme hedefinde önemli kazanımlar olarak görülmektedir. Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2018) da bilimsel süreç becerilerini “bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları beceriler” olarak tanımlamaktadır. Çepni, Ayas, Johnson & Turgut (1997) ise bilimsel süreç becerilerini “fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını artıran temel beceriler” olarak tanımlamaktadır.

Bireylerin kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu almalarını ve bilim insanı gibi çalışmalarını sağlayan bilimsel süreç becerileri adından da anlaşılacağı üzere süreçte kullanılan çeşitli becerileri kapsamaktadır. Bu beceriler farklı araştırmacılar tarafından çeşitli başlıklar altında incelenmiştir. Bazı araştırmacılar bilimsel süreç becerilerini temel ve bütünleştirilmiş olarak 2 kategori altında incelerken (Martin, 1997; AAAS, 1998), bazı araştırmacılar 3 kategori altında (Çepni, Ayas, Johnson & Turgut, 1997) incelemiştir. Bilimsel süreç becerilerini kategorilere ayırmayan araştırmacılar ise becerileri aynı genel çatı altında incelemişlerdir. Bu beceriler “gözlem, sınıflama, iletişim kurma, ölçme, uzay-zaman ilişkisi kurma, sayıları kullanma, tahminde bulunma, çıkarım yapma, değişken belirleme ve kontrol etme, hipotez kurma, verileri yorumlama, operasyonel tanımlama, deney yapma ve model oluşturma” dır. Öğrenciler bu becerileri kullanarak bir bilim insanının çalışma aşamalarını gerçekleştirebilmekte ve bu şekilde kendi öğrenmelerini sağlayabilmektedirler.

Bilimsel süreç becerileri, fen derslerinde özellikle laboratuvar çalışmalarında ön plana çıkmaktadır. Çünkü, laboratuvarlarda yürütülen etkinliklerde öğrenciler bilgileri test etme ve kendi verilerini oluşturma amacıyla çeşitli denemeler yaparlar. Bu denemeler sırasında da bilimsel süreç becerilerini işe koşarlar. Öğrencilere bu becerileri aktif bir şekilde kazandırmayı hedefleyen fen eğitimi, bilimsel araştırmayı odağına koymuş olan sorgulamaya dayalı öğrenmeyi benimsemiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanarak deneylere birer gözlemci olarak katılmak yerine bizzat uygulayıcıları olarak katılmaları bilgilerini geliştirebilmeleri açısından oldukça önemlidir (Bıyıklı, 2013). Bilimsel süreç becerileri aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

2.9.1. Gözlem

Gözlem, günlük yaşamımızda etrafımızda olup biteni anlayabilmek için en fazla kullandığımız becerimizdir. Bir nesneyi gördüğümüzde rengini, şeklini, yüzey pürüzlülüğünü, tadını, kokusunu belirlediğimiz tüm aşamalar birer gözlemdir (Çepni, Ayas, Johnson, & Turgut, 1997). Bu olay bizim gün içerisinde gerçekleştirdiğimiz belki yüzlerce davranıştan sadece birisidir. Olayları ya da nesneleri fark ettiğimiz andan itibaren onunla ilgili daha detaylı bilgi edinmek için attığımız her adım gözlemin bir parçasıdır. Bu eylemlerin bir kısmını belirli bir sonuca ulaşmak için, bir kısmını ise yalnızca karşımızdaki nesneyi ya da olayı tanımlama merakı ile yaparız. Ancak her iki durumda da yaptığımız işlem bir gözlemdir. Bilimsel anlamda gözlem becerisinin farklılaştığı nokta da aslında burasıdır. Gözlem, nesneyi-olayı görmek ya da fark etmek gibi sınırlı bir anlam taşımamaktadır (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 8). Aksine fark etme anında itibaren zihnimizdeki şemaları oluşturmak ya da karşılaştırmak amacıyla o olayla ve nesneyle ilgili amaçlı bir şekilde bilgi topladığımız görme, koklama, tatma, hissetme gibi aşamalar gözlem becerisinin ta kendisidir. Gözlem becerisini en temel anlamda günlük işlerimizde herhangi bir planlanmış süreç olmaksızın gerçekleştiririz. Bu gözlemlerle o an karşılaştığımız problemleri çözmeyi hedefleriz. Bu açıdan bakıldığında gözlem becerisi aslında bizim problem çözme yolundaki en temel ve en önemli becerimizdir. Çünkü iyi bir gözlem neticesinde kafamızdaki problemleri çözmemiz de oldukça sağlıklı ve hızlı bir şekilde gerçekleşir. Daha ciddi ve daha büyük problemlerin, bilimsel araştırmaların konuları olan problemlerin çözümünde ise gözlem sürecini de planlı bir şekilde yürütürüz. Bu planlama, araştırma problemimiz ile ilgili olarak neleri gözlemleyeceğimizi ve nasıl gözlemleyeceğimizi yapılandırdığımız bir süreci içerir. Bu gözlemlerde, probleme bulunan çözümün başkaları tarafından da kabul edilebilir hale getirilmesi, güvenilir gözlem sonuçları sunulması amaçlanır. Bu sebeple gözlem süreci bilimsel araştırmaların olmazsa olmazı sayılabilecek bir süreçtir (Martin, 1997, s. 63). Fen derslerinde öğrencilerden bir bilim insanının izlediği aşamaları izleyerek bilgilerini şekillendirmeleri, zenginleştirmeleri ve kalıcı öğrenmeler oluşturabilmeleri beklenir. Bu sebeple sürecin gerektirdiği becerilerden en önemlisi bilimsel araştırmalarda da aynı öneme sahip olan gözlem becerisidir. Öğrenmenin gerçekleşebilmesi ve anlamlı bir kazanıma dönüşebilmesi için her şeyden önce öğrencilerin çevrelerinde olup

bitenleri gözlemlemeleri ve zihinlerinde anlamlandırmaları gerekmektedir. Çevresinin farkında olan, merak eden, merakının peşinden giden, gözlem becerisine sahip öğrencilerin yetiştirilebilmesi için eğitimde gözlem becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklere okul öncesinden itibaren yer verilmektedir. Bu sayede kendi başına öğrenen bireylerin öğrenmeyi tetikleyen ilk becerilerini bireylere erken yaşta kazandırmak hedeflenmektedir. Gözlem becerisini kazanan öğrenciler, dış uyaranların gerçekleşmesini beklemeksizin kendi gözlemleri doğrultusunda sürekli bir öğrenme süreci içerisinde olurlar (Martin D. J., 1997, s. 61). Bu da fen eğitiminin amaçladığı bilimsel okuryazar bireylerin yetiştirilmesini mümkün kılar. Gözlemler nicel ve nitel olarak iki şekilde yapılabilir. Nicel gözlem, bir nesneye ait özelliğin uygun bir ölçme aracı kullanılarak belirlenmesi ve sayısal olarak ifade edilmesidir. Nitel gözlem ise nesnelerin ya da olayların beş duyu organımız ile algılanması işlemi olup, herhangi bir ölçme işlemi gerektirmezler (Martin D. J., 1997, s. 64).

2.9.2. Sınıflama

İçerisinde yaşadığımız çevrede var olan tüm nesne ve olayları çeşitli özellikleri ile zihnimizde tanımlarız. Bu özellikleri kullanarak bazılarını ayırır, bazılarını bir arada tutar, bazılarını diğerleriyle karşılaştırırız. Sınıflama ya da sınıflandırma dediğimiz beceri de doğuştan beri gerçekleştirdiğimiz bu işlemin ta kendisidir. Temel anlamda sınıflandırma, nesneleri ve olayları belirli özelliklerine göre gruplandırma işlemine verilen addır (Ostlund, 1992). Uzunluk, renk, tat gibi belirleyici olabilecek her özelliğe göre nesneler üzerinde yaptığımız gruplamalar birer sınıflandırmadır. Söz konusu gruplandırmayı yaptığımız bu süreçte gözlem, ölçme ve bunlardan elde ettiğimiz bazı bilgilerin kullanımı söz konusudur. Dolayısıyla bilimsel bir çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinde önemli bir aşamadır. Fen eğitiminde somut ve soyut onlarca kavram yer almaktadır. Bu kavramlara yönelik anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesi sürecinde öğrencileri öncelikle kavramların ifade ettiği durumları ve özellikleri kavrar, ardından bu kavramların arasındaki ilişkileri kurarlar. Bu aşamada öğrenciler gerek kavramların gerekse aralarındaki ilişkilerin sahip olduğu özellikleri birbirleri ile kıyaslayarak zihinlerinde gruplandırır. Bunu yapabilmeleri için sınıflandırma becerilerinin yeterince gelişmesi gerekmektedir. Çünkü kavramların ve olayların doğru şekilde öğrenilebilmesi için aralarındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya koyulduğu sınıflandırma aşamasının doğru şekilde gerçekleştirilebilmesi

önemlidir. Bu doğrultuda sınıflandırma becerisi hem fen kavramlarının öğrenilebilmesi hem de çevremizde meydana gelen olayların anlamlandırılabilmesi için bireylerin ihtiyaç duyacağı önemli bir beceridir (Martin D. J., 1997, s. 77).

2.9.3. İletişim Kurma

Gözlemler sonucunda elde edilen bilgiler, bireylerin kendi öğrenmelerini şekillendirmenin yanı sıra, diğer bireylerin sahip olduğu bilgilerin de gelişmesini ve değişmesini sağlar. Bu gelişmenin gerçekleşebilmesi için, bilgiyi elde eden bireyin bu bilgiyi yazı, sözlü ifade, grafik, işlem, model, sayı veya farklı görseller ile paylaşması gerekir. Bu paylaşım sürecine iletişim kurma denir (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 74). İletişim kurma, en genel haliyle diğer canlılar ile olan etkileşimi ifade etse de bilimsel iletişim kurma bir bilginin karşı taraf ile çeşitli yollarla paylaşılması sürecidir (Martin, 1997, s. 82). Öğrencilerin bir fen deneyi sırasında elde ettikleri nicel verileri bir tabloya yerleştirerek sunmaları, deney sonucunda ulaştıkları bir denklemi çeşitli yollarla açıklamaları birer iletişim kurmadır. Adından da anlaşılacağı üzere, iletişim kurma süreci tek taraflı bir bilgi aktarımını değil, iki taraflı bir etkileşimi kapsar. Bir taraf bilgiyi aktarıyorken, diğer taraf bu bilgiyi alarak kendi bilgileri ile karşılaştırma, yorumlama ve dönüt verme sürecine tabi tutar. Bilimsel olarak etkili iletişim kurma süreci bu eylemleri gerektirir. Fen derslerinde öğrencilerin yaptıkları uygulamaları ve kazandıkları bilgileri paylaşmaları, yorumlamaları ve tartışmaları onların bilgiyi geliştirme sürecinde olduklarına dair bir göstergedir. Dolayısıyla iletişim kurma bireylerin öğrenmelerini geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda onların öğrenmeleri ile ilgili de öğretmenlere önemli bir dönüt sağlayabilmektedir. Bu sebeple hem fen derslerinin anlamlı öğrenilmesi hem de derslerin sağladığı öğrenmelerin değerlendirilebilmesi açısından iletişim kurma becerisi oldukça önemli bir etmendir.

2.9.4. Ölçme

Gözlem becerisinin gerçekleştirilme süreci düşünüldüğünde, gözlemlenen nesne ya da olayın bir özelliğinin fark edilmesi veya fark edilmiş bir özelliğin açıklanabilmesi durumu hatırlanacaktır. Fark edilmiş bir özelliğin açıklanabilmesi boyutunda gözlem sonuçlarımızı ortaya koyabilmek için söz konusu özelliği sayılarla ya da sembollerle ifade ederiz. Bu ifade etme işlemine ölçme adı verilmektedir (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 90). Ölçme işlemi, yalnızca özelliğin ifade edilmesinden

ibaret değildir. Ölçme işlemi, ölçülecek olan özelliğe dair doğru ölçme sürecini belirleme, doğru ölçme aracını belirleme, ölçme aracını doğru şekilde kullanmayı ve bu değerleri ifade edebilme aşamalarını içeren bir süreçtir. Örneğin bir masanın boyunu ölçmek isteyen öğrenci öncelikle masanın boyunu nasıl ölçeceğini belirlemelidir. Bu noktada hatayı en aza indirecek olan ölçü birimini belirlemelidir. Ardından hangi ölçme aracını kullanacağını (cetvel, metre... gibi) belirlemeli, sonrasında da bu ölçme aracı (büyük ihtimalle bir cetvel) ile doğru bir ölçüm gerçekleştirerek masanın boyunu belirlediği birim (cm veya m) cinsinden ifade etmelidir. Sağlıklı bir ölçme işlemi için bu sürecin tamamında bireyin vereceği kararlar önemlidir. Fen derslerinde ölçmenin yerini düşündüğümüzde ise akla ilk olarak deneyler sırasında öğrencilerin yapacakları ölçme işlemleri gelmektedir. Nitekim öğrenciler deneylerin birçok aşamasında ağırlık, uzunluk, hacim ölçümleri ve bunlara bağlı hesaplamalar yapmaktadırlar. Konuya daha geniş bir perspektiften baktığımızda, fen derslerinin asıl amacı öğrencilere yaptıkları tüm gözlemlerinde ve tespitlerinde ölçme işlemine yer vermelerini, dolayısıyla öğrenmelerini somut bilgiler yoluyla kalıcı bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin bilgilerini verilerle destekleyerek oluşturmalarını ve sunmalarını sağlamanın ilk yolu onlarda ölçme becerisini temel anlamda geliştirebilmek ile mümkündür.

2.9.5. Sayı-uzay ilişkisi kurma

Sayılar, nesnelere ya da olaylara yönelik gözlemlerimizi ifade etmede kullandığımız önemli tanımlayıcılardır. Sayılar arasında kurduğumuz ilişkiler yoluyla matematiksel hesaplamaları ve ifadelere ulaşarak gözlem sonuçlarımızı somutlaştırırız. Nesnelerin ya da olayların betimlenmesi boyutunda ise sayılara ek olarak uzay kavramı da işin içine girmektedir. Var olan durumları gözlemlenebilir ve hesaplanabilir hale getirebilmek amacıyla nesnelerin boyutlarını, yönlerini, yerlerini, doğrultularını, süratlerini ve hızlarını belirtmek sayı-uzay ilişkilerini kurmaktır. Bireylerin çevrelerindeki olayları ve nesneleri anlamlandırma ve açıklayabilme noktasında bu beceri önemli bir rol oynamaktadır. Fen derslerinde bulunan kavramların fazlalığı ve karmaşıklığı, öğrencilerin olayları anlamlandırmalarını ve gerçek durumlara aktarımlarını zorlaştırabilmektedir. Bu sebeple fen derslerinde öğrencilerin sayı ve uzay ilişkilerini geliştirebilmelerine yönelik deneyler ve modeller tasarlamaları sağlanır. Bu şekilde sahip oldukları bilgileri somutlaştırmaları, gerekli

hesaplamaları gerçekleştirmeleri ve gerçek hayattaki olayları doğru kavramlar ile açıklayabilme becerisi kazanmaları hedeflenir.

2.9.6. Tahminde Bulunma

Günlük hayatta belki de en sık duyduğumuz ya da başvurduğumuz kelimeler arasında yer alan tahmin, olayları belirli veriler doğrultusunda önceden kestirme ve ifade etme işlemidir (Martin, 1997, s. 100). Örneğin bir deneyde daha önce de karşılaştığımız ve özelliklerini bildiğimiz iki kimyasalı karıştırmadan önce deneyin sonucuna ilişkin bazı tahminlerde bulunabiliriz. Bu tahminde, kimyasallara ilişkin bilgilerimizi ve deney sürecine ilişkin önceki deneyimlerimizi kanıt olarak kullanırız. Deneyi gerçekleştirdikten sonra ise sürece ilişkin birtakım yorumlamalar yapar, başka bir deneye ilişkin yeni tahminler ortaya koyabiliriz. Yeni tahminlerimizi ise elde ettiğimiz bu yeni deneyimler şekillendirir. Dolayısıyla gerçek bir tahmin işleminin gerçekleşmesi, belirli bir bilgi ya da deneyimin yardımı ile olur (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 42). Herhangi bir olaya ilişkin tahminlerde bulunurken kimi zaman örnekteki gibi çok çeşitli kanıtlar öne sürerek, kimi zaman ise sadece yüzeysel bir bilgi doğrultusunda kestirimler yapılabilir. Eğer tahmin sürecimizde ortaya hiçbir bilgi veya deneyim ile desteklenmeyen basit bir ifade atıyorsak, yapılan tahmin işlemi bilimsel olarak gerçekleşmesi gereken tahmin sürecinden farklıdır. Doğru bir tahmin süreci, bilimsel olarak kabul edilebilir nitelikte olmalı, mutlaka bir bilgi veya deneyim ile desteklenerek ortaya koyulmalıdır (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 42). Buradan anlaşılacağı üzere, etkili bir tahmin sürecinin gerçekleşmesi, etkili ve sağlıklı bir gözlem sürecini de gerektirir. Tahminde kullanılacak olan bilgiler ve deneyimler, yapılan gözlemlerin sunduğu verilerden meydana gelmektedir. Buna ek olarak verilerin özelliklerine göre sınıflandırılıp tahmin sürecini şekillendirmesi ise sınıflandırma becerisini işe koşmaktadır. Fen derslerinin öğrencilere kazandırmaya çalıştığı nitelikler, bilgiye dayalı yeni öğrenmeler oluşturabilmelerini gerektirir. Bilimsel tahmin becerisi de bu sürecin önemli bir bileşenidir. Öğrencilerin fen kavramlarını kullanarak doğanın işleyişini anlayabilmeleri için, elde ettikleri bilgileri de kullandıkları bilimsel tahmin sürecini etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir. Bu sebeple tahmin becerisinin gelişmesi, etkili ve kalıcı öğrenmelerin oluşmasında önemli bir pay sahibidir.

2.9.7. Çıkarım Yapma

Olaylara ilişkin yaptığımız gözlemler, nesnelere ya da olaylara yönelik birtakım bilgiler elde etmemizi sağlar. Veriler olarak da adlandırdığımız bu bilgilerimiz, nesneler ya da olaylar hakkında bazı sonuçlara ulaşmamızı ve yorumlar yapmamızı sağlar. Elde ettiğimiz veriler ile yaptığımız bu yorumlama süreci çıkarım yapma olarak adlandırılır (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016). Tahmin becerisi ile aynı gibi görünse de çıkarım yapma becerisi farklı bir beceridir. Tahmin, henüz gerçekleşmemiş bir olayla ya da karşılaşılmamış bir nesne ile ilgili önceden ifade edilen yargılardır. Çıkarım yapma ise, gerçekleşmiş bir olay veya karşılaşılmış olan bir nesneye ilişkin elde edilen veriler ışığında sonradan yapılan bir yorumlamadır. Çıkarım yapma, gerçekleşen olayın neden gerçekleştiğine ilişkin yapılan tahmindir (Martin, 1997, s. 106). Öğrencilerin herhangi bir ders ile ilgili kazanacağı yeni bilgiler, önceki deneyimleri ile ilgili bazı çıkarımlarda bulunmaları konusunda onları tetikleyebilir. Fen derslerinde ise öğrencilerin çıkarımda bulunma becerilerini en fazla işe koştukları anlar deney yapma süreçleridir. Deneylerde elde edilen her bulgu, öğrencilerin deneyimlerini yeniden sorgulamalarını ve çıkarımlarda bulunmalarını teşvik eder. Bu durum, kalıcı ve başarılı bir öğrenme sürecinin çıktılarıdır. Ancak, öğrencilerde bu becerinin gelişmemesi durumunda deneylerden elde edilen bulgular da yeni öğrenmelerin sağlanması konusunda etkisiz hale gelebilmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin deney yapmalarındaki asıl amacın da dışına çıkılabilmekte ve öğrenciler kalıcı öğrenme konusunda başarısız olabilmektedir. Bu sebeple çıkarımda bulunma becerisi öğrencilerin bilgiyi bilimsel sorgulama ile kazanabilmeleri konusunda oldukça önemlidir.

2.9.8. Değişkenleri belirleme ve kontrol etme

Bir araştırma ya da deney sürecinin en önemli aşamalarından birisini araştırmanın değişkenlerini belirlemek oluşturur. Araştırmada değişecek ya da değişime sebep olacak olan faktörler değişken olarak adlandırılır (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 144). Araştırmada nelerin takip edileceği, nelerin kontrol altında tutulacağı ve nelerin kayıt altına alınacağını belirlemek elde edilecek sonuçları doğrudan etkileyen aşamalardır. Dolayısıyla değişkenleri ve onların araştırmanın bu aşamalarından hangisine dahil olduğunu belirlemek, deneyin hipotezi test etmek için nasıl bir süreç

izleyeceğini de belirlemektedir. Değişkenler bağımsız değişken, bağımlı değişken ve kontrol değişkeni olarak üçe ayrılır. Bağımlı değişken, araştırmada değişimleri gözlemlediğimiz, ölçtüğümüz faktördür. Bağımsız değişken, araştırmada bilinçli olarak değiştirilen faktördür. Kontrol değişkeni ise sonuçlara etki etmemesi için kasıtlı olarak kontrol altında tutulan değişkendir (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 144). Günlük hayatta değişken belirleme ve değiştirme işlemlerini çok defa farkında olmadan gerçekleştiririz. Örneğin çamaşırların daha çabuk kuruması için nereye asmamız gerektiğine karar vermek, sürdüğümüz aracın virajı daha kolay alabilmesi için kullanmamız gereken hızı belirlemek ya da yürümeyi yeni öğrenen bir çocuk için altının kayma riski az olan ayakkabıyı seçmek gibi eylemler bunlardan yalnızca bazılarıdır. Çocuklar uzaktan kumandalı arabalarını halıda sürmeye kalktıklarında onlara parke üzerinde sürmelerine dair yaptığımız önerilerin arkasında değişken belirleme ve değiştirme sürecimiz yatmaktadır. Bir bilimsel problemin doğru şekilde çözülebilmesi veya doğru bir şekilde bilgi edilebilmesi için değişken belirleme ve değiştirme işlemini bilimsel bir şekilde gerçekleştirmek gerekmektedir. Fen derslerinde yer verilen uygulamalarda öğrencilerin deney yaparak, elde ettikleri sonuçları yorumlamaları ve bilgilerini şekillendirmeleri amaçlanmaktadır. Dolayısıyla deney yapma sürecinde değişkenleri doğru belirleyebilmeleri ve değiştirebilmeleri onların öğrenme çıktılarını da doğrudan etkileyebilmektedir. Bu sebeple değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisi etkili bir deney yapma sürecinin olmazsa olmaz bileşenlerindendir.

2.9.9. Hipotez Kurma

Problem durumunun tanımlanmasının ardından çözüm yolunu bulmak amacıyla değişkenler belirlenir. Bu değişkenler arasında nasıl bir ilişki olduğuna ilişkin ortaya bazı ispatlanmamış önermeler konulur. Hipotez olarak tanımlanan (Martin, 1997, s. 123) bu önermelerin en önemli özelliği herhangi bir araştırmacı tarafından denenebilir ve deneyler ile açıklanabilir olmasıdır. Eğer hipotez deney sonuçları ile desteklenirse çözüm yolu olarak kabul edilir, desteklenemezse önermede değişikliğe gidilir. Bilimsel araştırmaların içerisinde hipotezlere mutlaka yer verilir. Hipotezler araştırma sorusunun belirlenmesinin ardından deneyde nelerin sınanacağını belirler. Bu sebeple bilimsel araştırma yürütenlerin en fazla kullandıkları kavramlardan birisi hipotezdir. Günlük yaşamdaki basit problemlere çözüm üretme sürecimizde de birtakım

hipotezler ortaya koyarız. Örneğin evde yetiştirilen bir çiçeğin evdeki bazı konumlarda bulunmayı daha çok sevdiğini söyleriz. Bu konumu neden sevdiğini ise daha fazla ışık alması, daha az ışık alması veya daha soğuk-sıcak olması ile açıklarız. Çiçeğin belirlediğimiz değişkenlerden nasıl etkilendiğine dair “Daha fazla ışık aldığında yaprakları sararabilir”, “Daha serin ortamda daha az çiçeklenir” gibi basit hipotezler kurarız. Bu hipotezleri test etmek için ise belirttiğimiz özellikleri taşıyan konumlarda denemeler yaparak çiçeğin en iyi büyüdüğü konumu tespit ederiz. Özellikle annelerin evde en fazla kurduğu hipotezlerden birisi olan bu durum hipotez kurma sürecine tipik bir örnektir. Bir başka örnek ise karlı ve buzlu havalarda giydiğimiz ayakkabıların tabanlarının nasıl olması gerektiğine karar verdiğimiz aşama olabilir. Ayakkabının tabanlarının farklılaşmasının (düz, tırtıklı vb.) yürüme biçimimize nasıl etki edeceğine dair yapacağımız “Taban düz ve pürüzsüz olursa ayakkabı buz üzerinde kayar”, “Tabanı tırtıklı olan ayakkabı karda kaymaz” gibi ifadelerimiz kurduğumuz hipotezlerimizdir. Fen dersleri, öğrencilere hipotez kurma becerisini kazandırmayı oldukça önemsemektedir. Bu durumun birden çok avantajı vardır. Öncelikle hipotez kurmayı bilen bir öğrenci, karşılaştığı bir problemi çözmek üzere bir başlangıç noktası belirlemesi gerektiğini bilir ve bu doğrultuda bir hipotez kurarak deney sürecine başlar. Kurduğu hipotezin doğruluğundan çok deneye başlamış olması ve değişken belirlemiş olması önemlidir. Çünkü deneyden elde edilebilecek her türlü sonuç çözüme yaklaşma konusunda önemli bir adım atmasını sağlayacaktır. Diğer yandan, hipotez kurma becerisini kazanan ve süreci bilinçli bir şekilde yürüten bireyler bilginin değişebilir ve gelişebilir olduğunu daha iyi kavrarlar. Ortaya attıkları bilgileri ve önermeleri test etme, ispatlama ve doğru temellere dayandırma konusunda da daha sağlıklı adımlar atarlar. Kazanılan bu beceri, günlük yaşamda da tüm bilgileri destekli ve sınanabilir bir şekilde kullanmalarını, olaylara bilimsel bir bakışla yaklaşmalarını sağlar. Bahsedilen tüm bu süreçler, fen derslerinin yetiştirmek istediği bireylerin sergileyeceği davranışlardır. Bu sebeple fen derslerinin kazandırmak istediği önemli becerilerden birisi hipotez kurma becerisidir.

2.9.10. Verileri Kaydetme ve Yorumlama

İster bir bilimsel deney, isterse kişisel bir meraktan yola çıkılsın, nesnelere veya olaylara ilişkin gözlemlerimiz sonucunda birtakım veriler elde ederiz. Bu veriler, bizim nesne ya da olaylarla ilgili yorumlarımızı belirleyeceği için oldukça çeşitli ve

karmaşık şekilde olabilirler. Ancak hem kendi yorumlama sürecimizin niteliği hem de ifadelerimizin başkaları tarafından da anlaşılabilmesi için verileri belirli bir düzen ve sistem ile kaydederiz (Martin, 1997, s. 131). Bu sayede verilerimizi daha etkin bir şekilde kullanabilir, daha işlevsel bir hale getirebiliriz. Aynı zamanda, ortaya koyacağımız bir bilgi ya da deney sonucuna ilişkin daha somut açıklamalar sunabiliriz. Kaydettiğimiz verilerimizi elde etmek istediğimiz bilgiler doğrultusunda yorumlayarak da belirli sonuçlara ulaşırız. Bu sonuçlar, bizim yola çıkış noktamız olan problem durumumuza ilişkin çözümlerimizi ifade eder. Dolayısıyla verileri yorumlama aşaması sonuçlara ilişkin ifadelerimize en yakın aşamamızdır. Verileri kaydetme ve yorumlama aşaması, bilimsel araştırmaların olmazsa olmazlarından birisidir. Çünkü yapılan tüm gözlem ve ölçümler, birer veri toplama sürecidir. Verileri toplamak kadar onları doğru şekilde kaydetmek ve gerektiğinde doğru şekilde kullanabilmek araştırmanın sağlıklı yürütmesi için oldukça önemlidir. Günlük yaşamımızda yer alan basit problem durumlarını çözüme kavuştururken de farkında olmadan benzer süreçleri işletiriz. Veri kaydetme ve yorumlama da bu sürecin içerisinde yer almaktadır. Verileri kaydetme ve yorumlama konusunda ne kadar sağlıklı bir süreç yürütürsek, problemin çözüme kavuşabilmesi ve çözümümüzü insanların kabul etmesi de o kadar kolay ve hızlı olacaktır. Bu sebeple bu beceri yalnızca bilimsel araştırmalarımızda değil günlük yaşamımızda da bize gereklidir. Fen dersleri, bireylere bu becerileri kazandırmak amacıyla temel veri toplama, kaydetme ve yorumlama aşamalarını içeren deneysel uygulamalar barındırmaktadır. Öğrenciler verilerini yazılı, sözlü veya tablo, grafik, çizim gibi görsel araçlar ile kaydeder ve sunarlar. Bu uygulamalar sayesinde öğrencilerin verileri kullanma ile ilgili pratiklik kazanmaları ve bilgi edinme süreçlerinde daima bu becerilerini işe koşmaları hedeflenmektedir.

2.9.11. Operasyonel Tanımlama

Operasyonel tanımlama, deneylerde gerçekleştirdiğimiz ölçümler sırasında hangi değişkeni nasıl dolaylı olarak ölçeceğimizi belirleme işlemidir. Ölçümler sırasında doğrudan bir ölçme aracı ile gerçekleştirilemeyen ölçümlerde değişkenin nasıl ölçüleceğinin belirlenmesi gerekir. Burada önceki deneyimlerden ve gözlemlerden yola çıkılarak dolaylı ölçüm işlemi belirlenir. Yapılan bu dolaylı ölçüm işleminin nasıl gerçekleşeceğini belirleme operasyonel tanımlama yapmaktır (Martin, 1997, s. 136).

Ölçümleri bir ölçüm aracı ile doğrudan gerçekleştirmemiz mümkünse operasyonel tanımlamaya gerek yoktur (Aslan, Ertaş Kılıç, & Kılıç, 2016, s. 160). Fen derslerinde özellikle olayları betimleme ve paylaşma aşamalarında operasyonel tanımlamalara ihtiyaç duyulabilir. Bu noktada öğrencilerin önceki bilgilerini ve ölçmeye ilişkin deneyimlerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri ve dolaylı ölçümlere ilişkin aşamaları planlayabilmeleri önemlidir. Bu sebeple etkinlikler içerisinde operasyonel tanımlamaya gerek duyulan noktalarda öğrencilerin aktif olmalarını sağlamak, bu beceriyi kazandırmak daha etkili sunumlar yapabilmeleri için önemlidir.

2.9.12. Deney Yapma

Deney yapma, bir problem durumuna çözüm üretmek amacıyla hipotez kurma, tahminde bulunma, değişken belirleme gibi aşamaları içeren bir deney tasarlamayı ve deney sonucunu raporlaştırmayı içeren sürecin tamamıdır. Yani problemin belirlenmesinden test edilmesine, verilerin toplanmasından sonuçların sunulduğu aşamaya kadar olan tüm aşamaları içermektedir (Martin, 1997, s. 136). Deney yapma becerisi, tüm bilimsel süreç becerilerini ve araç-gereç kullanımına ilişkin el becerilerini içerisinde barındıran üst düzey bir beceridir. Dolayısıyla diğer becerilerin önceden oluşmasını gerektiren, onların paralelinde gelişen ve gelişimi nispeten daha sonra tamamlanan bir beceridir. Öğrencilerin fen derslerinde gerçekleştirdiği tüm deneyler kavramların öğretilmesinin yanı sıra deney yapma becerisini kazandırmaya yöneliktir (Çepni, Ayas, Johnson, & Turgut, 1997). Öğrenciler bir yandan deneyi gerçekleştirerek bilgilere kendileri ulaşmakta, bir yandan da bu süreçte gereken tüm aşamaları deneyimleyerek bilginin elde edilme yollarını öğrenmektedirler. Bu sayede öğrencilerin çözümler üretebilme konusunda daha pratik ve aktif bir rol üstlenmeleri, kendi çözüm yollarını ortaya koyarak özgüvenlerini geliştirmeleri beklenmektedir.

2.9.13. Model Oluşturma

Soyut fen kavramlarını ve olayları anlamlandırmak somut kavramlara göre oldukça zor olabilir. Bu sebeple görülemeyen olayların işleyişini ve diğer olaylar ile ilişkilerini açıklamak için olayları ya da kavramları somutlaştırma yoluna gideriz. Modeller, bu soyut olayları somutlaştırmak için kullandığımız araçlardır (Martin, 1997, s. 139). Günlük hayatta model olarak nitelendirdiğimiz bazı materyaller bulunmaktadır. Bu materyallerin bir kısmı gerçekte gördüğümüz olguların ya da

maddelerin küçültülmüş, belirli özellikleri değiştirilmiş ya da büyütülmüş halleri olabilmektedir. Bu modeller bilimsel model tanımının dışındadırlar. Bilimsel modelin özelliği, normalde gözlemlememiz mümkün olmayan durumları ya da materyalleri temsil ediyor olmalarıdır. Bilimsel modellerin oluşturulmasında, modeli oluşturan bileşenlerin bilimsel olarak bilinen ilişkilerini ve birbirlerine olan etkileşimlerini modele de aynı şekilde yansıtabilmek önemlidir. Fen derslerinde öğrencilerin modelleri anlayabilmeleri ve yorumlayabilmeleri kavramları anlamlandırabilmeleri için oldukça önemlidir. Aynı zamanda kendi araştırmalarını yürütebilmek ve deneylerini tasarlayabilmek için soyut bilgilerini somut materyaller ile ifade edebilme becerilerine ihtiyaçları olmaktadır. Bu sebeple fen derslerinde modellere olabildiğince yer verilmeli ve model oluşturma aşamalarını öğrencilerin deneyimlemeleri sağlanmalıdır. Bu becerinin gelişmesi, öğrencilerin deney yapabilme ve iletişim kurabilme becerileri başta olmak üzere tüm bilimsel süreç becerilerinde daha iyi olmalarını sağlayabilir.

Görüldüğü üzere bilimsel süreç becerilerinin hepsi, bilimsel bir araştırma sürecinin, daha doğrusu bir problemin sağlıklı şekilde çözülebilmesinin, olmazsa olmazı niteliğinde becerilerdir. Bireylerin günlük problemlerini çözebilme kabiliyetini kazanmalarını hedefleyen fen eğitimi bilimsel süreç becerilerini bu yüzden hedefine koymuştur (Durmaz & Mutlu, 2017). Bireylerin bu becerileri kazanabilmesi, doğrudan verilen hazır bilgilerden çok daha değerlidir. Çünkü öğrencilerin fen kavramlarını ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha kolay anlamlandırabilmelerini sağlar (Karşı, 2011; Durmaz & Mutlu, 2017). Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerde bu becerileri kazandırma ve geliştirme imkânı sunar. Öğrencilerin deney sürecini şekillendirebildikleri laboratuvar çalışmalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin, özellikle üst düzey becerilerinin, gelişmesini sağladığı belirtilmektedir (Roth & Roychoudhury, 1993). Çünkü sorgulamaya dayalı olarak yürütülen bu tarz laboratuvar uygulamaları bilimsel süreç becerilerini içermekte ve gerektirmektedir (Durmaz & Mutlu, 2017). Bu sebeple öğrencilerin bilimsel süreç becerileri bu uygulamalar sırasında ortaya çıkmakta, gelişmekte ve üst düzey becerileri edinmelerine yardımcı olabilmektedir.

2.10. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme ile İlgili Araştırmalar

Sorgulamaya dayalı öğrenme ile ilgili araştırmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Araştırmaların çalışma grupları ve inceledikleri değişkenler farklılık gösterse de elde edilen sonuçların hepsi sorgulamaya dayalı öğrenmeye öğretim sürecinin hangi aşamalarında ne kadar ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesine ve öğretim sürecinin niteliğinin arttırılmasına hizmet etmektedir. Yapılan çalışmalar arasında sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin tek grup üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarla birlikte sorgulamaya dayalı öğrenmenin diğer yaklaşımlar ile karşılaştırıldığı çalışmalar da yer almaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkilerini tek grup üzerinden inceleyen çalışmaların bir kısmı tek gruba uygulanan deneysel işlemlerin sonuçlarını çeşitli değişkenler üzerinden incelerken, bir kısmı da uygulama yapılan grupların görüşleri ile sürecin değerlendirmesini yapmışlardır.

Duban (2008), ilköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı yaklaşımla nasıl yürütülebileceğini incelediği eylem araştırmasında, ilköğretim 5. sınıf düzeyinde bir sınıf ile çalışmıştır. Sınıf içerisinde önceden uygulanan tutum ölçeği puanlarına göre belirlenen düşük, orta ve yüksek düzeylerden ikişer öğrenci, toplam 6 öğrenci, odak grup olarak belirlenmiştir. Derse ilişkin görüşlerin alınması ve ders materyallerinin analiz edilmesi boyutunda bu odak öğrenciler üzerinden inceleme yapılmıştır. Elde edilen bulgular, ilköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji dersinde sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin düzenlenmesinin olanaklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca uygulanan sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı belirlenmiştir.

Ortaokul seviyesindeki bir başka çalışmada Oguz-Unver & Yurumezoglu (2014) Pri-Sci-Net isimli Avrupa Birliği projesi kapsamında fen bilgisi öğretmenlerinin derslerinde sorgulamaya dayalı öğrenmeyi etkili bir şekilde yürütebilmeleri amacıyla sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirilmesi ve öğretmenlere yönelik düzenlenen çalıştaylar yoluyla bu etkinliklerin sağlıklı şekilde uygulanabilmesine yönelik destek sağladıkları bir araştırmada yer almışlardır. Bu kapsamda 9-11 yaş grubuna yönelik olarak geliştirilen iki etkinliğin 5. sınıf düzeyinde 60 öğrenci ile uygulamasını yaparak öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik yaklaşımlarını incelemişlerdir.

Veri toplama aracı olarak gözlem ve görüşmelerden yararlanılan çalışmada, etkinliğe katılan öğrencilerin ilk kez gördükleri bu yaklaşımda bazı aşamalarda zorlanmış olmalarına karşın, kendilerini gerçek bir bilim insanının gibi görerek oldukça aktif ve istekli bir öğrenme süreci geçirdikleri belirlenmiştir.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin kavramsal anlamalara etkisini inceleyen Trundle, Atwood, Christopher & Sackes (2010), ortaokul öğrencilerinin Ay ve evrelerine ilişkin kavramları anlamalarına rehberli sorgulamanın etkilerinin inceledikleri çalışmalarında 8. sınıf öğrencilerinden oluşan 20 katılımcı ile çalışmıştır. Çalışmada McDermott (1996) tarafından literatüre kazandırılan *Physics By Inquiry* kitabında yer alan sorgulamaya dayalı stratejiler ve etkinlikler ışığında ders etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulanan etkinlikler rehberli sorgulama formunda kullanılmıştır. Uygulamalardan elde edilen bulgular, rehberli sorgulamanın öğrencilerin kavramsal anlamalarının daha bilimsel hale gelmesini sağladığını göstermiştir. Bununla birlikte öğrencilerin Ay ve evrelerine ilişkin çizdikleri şekillerin de son testlerde daha bilimsel ve doğru bir hale geldiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Ay ve evreleri konusunda çalışan Bostan Sarioğlu ve Bayırlı (2017), sorgulamaya dayalı öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin “Ay’ın evreleri” konusundaki başarısını etkisini araştırdıkları çalışmalarında toplam 24 öğrenci ile tek grup ön test-son test desende bir araştırma yürütmüşlerdir. Toplam 4 ders saati süren uygulamalarda öğrenme halkası modeli kullanılarak etkinlikler yürütülmüştür. Uygulamalar sonrasında öğrencilerin sorulara verdikleri bilimsel cevaplarda ve sorgulama becerilerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma grubunu lisans öğrencilerinden belirleyen bir çalışmada Özdilek ve Bulunuz (2009) rehberli sorgulamanın öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisini incelemişlerdir. Ön test- son test tek gruplu desende tasarlanan çalışmada toplam 101 öğretmen adayı ile bir yarıyıl boyunca fen laboratuvarı dersi kapsamında uygulamalar yapılmıştır. 14 haftalık uygulamaların ardından yapılan son testlerde öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarının ön teste kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan odak grup görüşmelerinde, öğretmen adayları etkinlikler sayesinde soyut kavramları anlamlandırma konusunda daha başarılı olduklarını ve kendi öğrencilerine de bu tarz uygulamalar yaptırabileceklerini belirtmişlerdir.

Lisans düzeyindeki bir başka çalışmada Yakar & Baykara (2014) sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, yaratıcı düşüncelerine ve fen deneylerine yönelik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Tek gruplu ön test- son test deseninin kullanıldığı çalışmada 36 fen bilgisi öğretmen adayı yer almıştır. Toplam 12 hafta süren uygulamalar sonrasında sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünceleri ve fen deneylerine yönelik tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve değiştirme, problem durumunu belirleme gibi önemli bilimsel süreç becerilerinde gelişimler gösterdikleri, problem durumuna yönelik farklı çözüm yolları bulma konusunda ilerlemeler kaydettikleri ve fen deneylerine yönelik daha olumlu tutumlar sergiledikleri belirlenmiştir. Benzer şekilde öğretmen adaylarıyla çalışan Bayram (2015), öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri tasarlarken karşılaştıkları zorlukları incelediği çalışmasında öğretmen adaylarına sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirilmesi sürecini örnek uygulamalar ile anlatmış, ardından öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikler geliştirmelerini sağlamıştır. Toplam 14 hafta süren uygulamaların ardından öğretmen adayları ile yapılan mülakatlar yoluyla süreçte karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin problem durumlarını belirleme ve problemi günlük hayatla ilişkilendirme gibi dışsal bazı zorlukları yaşadıklarını ortaya koymuştur. İçsel zorluklar olarak ise öğretmen adayları rehberlik ve içeriklere hakimiyet noktasında zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının ilk kez karşılaştıkları sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerini etkili uygulayabilme noktasında kaygılı oldukları ve uygulamaya yönelik cesaretlerini etkilediği belirtilmiştir.

Tek gruplu bir başka çalışmada Şen, Yılmaz ve Erdoğan (2016), kimya öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerine ilişkin görüşlerini inceledikleri çalışmalarında 21 kimya öğretmen adayı ile 14 haftalık bir uygulama süreci gerçekleştirmişlerdir. Uygulamalarda sorgulamaya dayalı etkinliklerin uygulanması ile ilgili ön bilgiler verilerek uygulamalara geçilmiştir. Süreç boyunca öğretmen adaylarından gözlem, görüşme ve açık uçlu sorular yoluyla veriler toplanmıştır. Öğretmen adayları, sorgulamaya dayalı uygulamaların bireyler arası

etkileşimlere, motivasyona, derse aktif katılmaya, laboratuvara yönelik olumlu görüşlerin oluşmasına, kendilerine güvenmelerine ve öğrenme isteklerine etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca geleneksel yaklaşımın öğrenme sürecinde olumsuz etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulanması noktasında zaman yetersizliği ve sınıf yönetimi boyutlarında birtakım endişeleri olduğu belirtilmiştir.

Sorgulamaya dayalı yürütülen laboratuvarlara yönelik durum çalışması yapan Laipply (2004), araştırma temelli biyoloji laboratuvarlarında fene karşı tutum ve biyoloji öz-yeterliliğine ilişkin toplamda 15 hafta süren araştırma temelli laboratuvar uygulamaları yapmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin uygulamalar sonrasında fene karşı tutumlarının olumlu yönde değiştiğini ve biyoloji özyeterliliklerinin arttığını göstermiştir.

Çalışma grubu olarak öğretmenleri belirleyen tek gruplu çalışmalardan birisinde Lundstrom, Jönsson, & Nilsson (2014), lise öğretmenlerine yönelik hizmetiçi eğitimler sundukları SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science) projesi kapsamında bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, öğretmenlere toplam 24 saatlik bir uygulama sunularak sorgulamaya dayalı öğrenme eğitimi verilmiştir. Aynı zamanda, öğretmenler de sorgulamaya dayalı öğrenmeyi sınıflarında uygulamaya yönelik çalışmalar yürüterek öğrencilerinden alacakları dönütleri takip etmişlerdir. Eğitim sürecinin sonunda öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Öğretmenler eğitim sürecinin sonunda sorgulamaya dayalı öğrenme konusunda kendilerini daha deneyimli hissettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin büyük bir bölümü sorgulamaya dayalı öğrenmeyi kendi öğrenme süreçlerinde kullandıklarını, tam anlamıyla öğretebilmek için daha çok eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Öğretmen görüşlerini alan bir başka çalışmada Peşman, Arı ve Baykara (2017) sorgulamaya dayalı basit araç gereçlerle yapılan etkinliklerin fen bilimleri öğretmenlerinin basit araç gereçlerle yapılan etkinliklere ilişkin görüşlerine etkisini incelemek üzere çalışmaya gönüllü olarak katılan 58 fen bilimleri öğretmeni ile çalışmışlardır. Çalışma kapsamında öğretmenler ile toplam 15 sorgulamaya dayalı etkinlik gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin görüşlerini belirlemek üzere anket uygulaması ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmenlerin

hem ön test hem de son test puanlarının yüksek olduğunu, öğretmenlerin bu uygulamalara ilişkin görüşlerinin olumlu olduğunu ve ön-son testler arasında anlamlı bir fark çıkmadığını ortaya koymuştur.

Sorgulamaya dayalı fen öğretimine ayrılan zaman ile öğrencilerin akademik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyen Suarez (2011) K-8 düzeyindeki okullarda görev yapan toplam 204 fen bilimleri öğretmeninden anket yoluyla veriler toplamıştır. Öğretmenlerin sınıflarında sorgulamaya dayalı öğretimi uygulamaya ayırdıkları süreler ve öğretmenlerin görev yaptıkları okulların merkezi fen sınavından aldıkları test puanlarına ilişkin veriler bir araya getirilerek incelenmiştir. İncelemeler sonunda, öğretmenlerin sınıflarında sorgulamaya dayalı fen öğretimine ayırdıkları sürenin miktarı ile öğrencilerin başarıları arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Öğretmenler, öğrencilerin başarılarında sorgulamaya dayalı öğretimin önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca uygulama sürecinde engel olarak görülebilecek en belirgin etmenlerden birisinin uygulamalara yönelik kaynak ve materyal eksikliği olduğuna değinilmiştir.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin diğer yaklaşımlar ile karşılaştırıldığı çalışmalar literatürün büyük bölümünü oluşturmaktadır. Bu karşılaştırma çalışmaları büyük oranda sorgulamaya dayalı yaklaşımı geleneksel yaklaşımla karşılaştırmaktadır. Bununla birlikte bazı çalışmalarda sorgulamaya dayalı öğrenme türlerini kendi aralarında karşılaştıran çalışmalar da yer almaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin ortaokul düzeyinde geleneksel yaklaşım ile karşılaştırıldığı bir çalışmada Ortakuz (2006), araştırmaya dayalı öğrenme ile geleneksel öğretimi karşılaştırdığı araştırmasını altıncı sınıf düzeyinde toplam 92 öğrenci ile yürütmüştür. Deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenme süreci, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Uygulama için “Dolaşım sistemi” konusu belirlenmiş, konuya ilişkin 3 hafta süren uygulamalar yapılmıştır. Akademik başarı testi ve açık uçlu sorulardan elde edilen veriler analiz edildiğinde, uygulamalar sonunda deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla arttığı belirlenmiştir. Bir başka çalışmada Tatar (2006), araştırmaya dayalı fen eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini incelemek amacıyla kontrol

gruplu deneysel desende bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın katılımcı grubunu toplam 104 öğrenci oluşturmuştur. Uygulamalar deney grubunda sorgulamaya dayalı yaklaşımla, kontrol grubunda ise öğretmen merkezli olarak adlandırılan düz anlatım ve gösteri tekniklerinin hâkim olduğu bir yaklaşımla yürütülmüştür. Nicel ve nitel verilerden elde edilen bulgular, sorgulamaya dayalı öğretimin uygulandığı öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının her üçünden de kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde farklı olduğunu ortaya koymuştur.

Ortaokul düzeyindeki bir başka çalışmada Ergül ve diğer. (2011), araştırmaya dayalı öğrenme ve geleneksel öğretimi karşılaştırmak üzere 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinden toplam 241 öğrenci ile iki dönem boyunca çalışmıştır. Deney grubunda araştırmaya dayalı etkinlikler, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemle uygun etkinlikler yürütülmüştür. Uygulamalar sonrasında deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerilerine ek olarak üst bilişsel becerilerin de incelendiği bir çalışmada Ulu (2011) sorgulamaya dayalı bilim yazma aracı kullanımının 7. sınıf öğrencilerinden oluşan 65 katılımcı üzerinde kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri ve üstbiliş becerilerine etkilerini incelemiştir. Uygulamalar sonrasında özellikle üst düzey bilimsel süreç becerilerinde (değişkenleri tanımlama, hipotez kurma, işlemsel tanımlama ve deney tasarlama) deney grubunun lehine anlamlı farklılık görülmüştür. Ayrıca üst bilişsel beceri, akademik başarı ve kavram öğrenme açısından da deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Ortaokul öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri değişkenlerine odaklanan Koksall & Berberoğlu (2012), rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşımın altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fene yönelik tutumlarına etkisini incelemek üzere eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada deney ve kontrol gruplarını oluşturan toplam 304 öğrenci yer almıştır. Uygulamalar Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme ünitesinin öğretiminde yapılmış ve toplam 22 ders saati sürmüştür. Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulamalar sonunda kavramsal anlamalarının kontrol grubuna kıyasla daha iyi geliştiği görülmüştür. Benzer şekilde bilimsel süreç becerilerinde de deney grubunda anlamlı gelişimler olduğu ve bilimsel süreç becerilerindeki değişimin

akademik başarıya kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca derse yönelik tutum üzerinde de rehberli sorgulamanın olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Benzer değişkenleri inceleyen Yıldırım (2012), rehberli sorgulamaya ve geleneksel yaklaşıma uygun hazırlanmış deneylerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve kavramsal değişim üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, özel bir ilköğretim okulunda sekizinci sınıfta öğrenim görmekte olan 55 öğrenci ile çalışılmıştır. Rehberli sorgulamaya uygun deneyler yüzme, batma, kaldırma kuvveti ve basınç konularına yönelik olarak tasarlanmış ve deney grubu için sorgulamaya dayalı deney föyleri, kontrol grubu için ise doğrulayıcı deney föyleri hazırlanmıştır. Hazırlanan deney föyleri ile yürütülen uygulamalar sonrasında rehberli sorgulama deneylerinin yüzme, batma, kaldırma kuvveti ve basınç konularındaki kavramsal değişimi sağlamada geleneksel doğrulayıcı deneylere göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çoktan seçmeli sorular ile ölçülen bilimsel süreç becerileri ve akademik başarı değişkenlerinde ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Kensinger (2012), fen öğretim sürecinde kullanılan üç ayrı yaklaşımının akademik başarı bakımından karşılaştırmasını yapmıştır. Bu üç yaklaşım: geleneksel fen öğretimi, mesleki gelişimin az olduğu veya hiç olmadığı sorgulamaya dayalı fen öğretimi ve iyi derecede mesleki gelişimle desteklenen sorgulamaya dayalı fen öğretimi olarak ele alınmıştır. Yaklaşımların öğrencilerin akademik başarıları arasında oluşturduğu farkların incelendiği çalışmada üç yaklaşımın uygulandığı beşer okul olmak üzere toplam 15 ilköğretim okulundan veri toplanmıştır. Verileri Pennsylvania Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanan 2010 yılı PSSA (Pennsylvania Fen Alanında Okul Değerlendirme Sistemi)'dan elde edilen sonuçlar oluşturmuştur. Elde edilen bulgular, iyi derecede mesleki gelişimle desteklenen öğretmenlerin yer aldığı sorgulamaya dayalı öğretim grubunun fen başarılarının az mesleki gelişimle desteklenenlere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca az mesleki gelişimle desteklenen sorgulamaya dayalı öğrenme grubunun akademik başarıda en düşük seviyeye sahip olduğu görülmüştür.

Longo (2012), yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada, sorgulamaya dayalı yürütülen derslerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine, bilimsel süreç becerilerine ve yaratıcılıklarına olan etkisini incelemiştir. Her iki sınıf

düzeyinden katılımcıların deney ve kontrol gruplarına ayrıldığı çalışmada deney grubunda da kontrol grubunda da her seviyeden beşer sınıf olmak üzere toplam 20 sınıftan oluşan bir grupla çalışılmıştır. Uygulamalar günde 40 dakikalık periyotlar halinde 19 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda dersler sorgulamaya dayalı bir şekilde yürütülürken kontrol grubunda geleneksel düz anlatım uygulanmıştır. Her iki grupta da ders içeriği olarak müfredatta yer alan konular çerçevesinde öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların ardından elde edilen bulgular, bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi bakımından sorgulamaya dayalı öğretim gören gruptaki öğrencilerin lehine anlamlı farklılık çıktığını göstermiştir.

Miller (2014), sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemek üzere 7. sınıf düzeyinde kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışma yapmıştır. Toplam 336 öğrencinin katılımı ile yürütülen çalışmada, deney grubunda dersler sorgulamaya dayalı laboratuvar programı ile desteklenirken, kontrol grubunda geleneksel, ders kitabına bağlı ve belirli laboratuvar uygulamaları ile sınırlı bir öğretim uygulanmıştır. Uygulamalar sonrasında iki grubun standartlaştırılmış başarı testi ile ölçülen akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Derse yönelik ilgileri bakımından ise gruplar arasında kontrol grubunun lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Maxwell, Lambeth ve Cox (2015), sorgulamaya dayalı öğretim ile geleneksel öğretimi karşılaştırdıkları çalışmalarında beşinci sınıf düzeyindeki 42 öğrenci ile toplam sekiz haftalık bir uygulama yürütmüşlerdir. Çalışmanın bağımsız değişkenlerini öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve etkileşimleri oluşturmuştur. Deney grubunda sorgulamaya dayalı öğretim uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte deney grubunun akademik başarısının son testte kontrol grubundan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Deney grubunun fene yönelik tutumlarında bir düşüş görülürken, etkileşimlerinde de artış görüldüğü belirtilmiştir.

Öğrencilerin tutumlarında meydana gelen değişimleri de inceleyen Yazgan (2013), araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin araştırma-sorgulama becerilerine ve çevreye karşı tutumlarına etkisini araştırdığı çalışmada

toplam 89 yedinci sınıf öğrencisi ile “İnsan ve Çevre” ünitesi boyunca çalışmıştır. Katılımcıların deney ve kontrol grubu olarak ayrıldığı uygulama sürecinde deney grubunda araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle yürütülmüştür. Uygulamalar sonrasında deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre akademik başarılarının, sorgulayıcı öğrenme becerilerinin, çevreye karşı olumlu tutum düzeylerinin ve kavramsal anlama düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

İnal (2013), “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesinde tasarlanan öğretimin ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri, iletişim becerileri, fen bilgisi dersine yönelik tutumları ve kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelemiştir. Öntest- son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmada deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı, kontrol grubunda ise yapılandırmacılık temelinde müfredatın sunduğu etkinliklerin uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar sonrasında deney ve kontrol gruplarının her ikisinde de akademik başarı ve kavramsal anlamada gelişme gerçekleştiği, fen bilgisi dersine yönelik tutumda ise her iki grupta da anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür. Ancak bilimsel süreç becerileri ve iletişim becerileri bakımından deney grubunda anlamlı artış gözlemlenirken, kontrol grubunda anlamlı bir artış meydana gelmediği belirtilmiştir.

Ortaokul düzeyinde tutum ve akademik başarı değişkenlerini inceleyen bir başka çalışmada Dilbaz (2013), 7. sınıf fen ve teknoloji dersinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse karşı tutumlarına, akademik başarılarına, problem çözme ve araştırma becerilerine etkisini incelemek üzere ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı bir çalışma yapmıştır. Çalışmada 24’ü deney, 24’ü kontrol grubunda olmak üzere toplam 48 öğrenci yer almıştır. Deney grubunda sorgulamaya dayalı öğrenme, kontrol grubunda ise öğretim programının ve öğretmen kılavuz kitabının belirlediği aşamalar üzerinden 8 hafta boyunca yürütülen bir öğretim süreci uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda kontrol grubundaki öğrencilerin derse yönelik tutumlarında bir değişiklik olmaz iken deney grubunda son testte anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Akademik başarı açısından her iki grupta da anlamlı bir artış gözlemlenirken, araştırma becerilerinde yalnızca deney grubunun lehine anlamlı bir

gelişme meydana geldiği, problem çözme becerilerinde ise her iki grupta da anlamlı bir fark görülmediği belirtilmiştir.

Bozkurt, Ay ve Fansa (2013), araştırmaya dayalı öğrenmenin beşinci sınıf öğrencilerinin fen dersindeki başarıları ve derse yönelik tutumlarına etkisini inceledikleri yarı deneysel çalışmalarında deney ve kontrol gruplarından oluşan toplam 46 beşinci sınıf öğrencisi ile çalışmışlardır. Toplam 12 hafta süren uygulamalarda deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenmeye uygun dersler ve laboratuvar uygulamaları yürütülürken, kontrol grubunda geleneksel yöntemle uygun öğretmen merkezli bir uygulama yapılmıştır. Ön ve son testlerden elde edilen bulgular, araştırmaya dayalı öğrenmenin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin uygulamalar sonrasında akademik başarı düzeylerinin kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları incelendiğinde deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin uygulamalar boyunca tuttıkları günlüklerde ise öğrencilerin araştırmaya dayalı öğrenme sürecini eğlenceli, ilgi çekici bir yöntem olarak anlattıkları, derslerde araştırma soruları hazırladıklarından bahsettikleri görülmüştür.

Mao & Chang (1998), sorgulamaya dayalı öğretimin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve Yer Bilimi dersine yönelik tutumlarına etkisini inceledikleri çalışmalarında deney ve kontrol gruplarını oluşturan toplam 557 öğrenci ile uygulamalar gerçekleştirmişlerdir. Deney grubunda (284) sorgulamaya dayalı şekilde tasarlanan dersler uygulanırken, kontrol grubunda (273) geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Toplam sekiz hafta süren uygulamaların ardından deney grubunda yer alan öğrencilerin hem astronomi hem de meteoroloji konularında anlamlı derecede daha yüksek akademik başarı gösterdikleri ve Yer Bilimi dersine yönelik anlamlı derecede daha olumlu tutum geliştirdikleri tespit edilmiştir.

Blanchard ve diğer. (2010), rehberli sorgulama ve geleneksel laboratuvar yönteminin öğrencilerin performanslarına etkisini karşılaştırmak üzere ortaokul ve lise düzeyinden toplam 1700 öğrencinin ve öğretmenlerinin katıldığı bir çalışma yapmışlardır. Yarı deneysel tasarlanan çalışmada öğrenciler deney ve kontrol gruplarına ayrılarak deney grubunda ikinci seviye olarak adlandırdıkları rehberli

sorgulamayı, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemi uygulamışlardır. Öğrencilere ön test, son test ve geciktirilmiş son test uygulanarak veriler toplanmıştır. Toplamda bir haftalık laboratuvar uygulamalarını içeren çalışmanın sonunda rehberli sorgulamanın yürütüldüğü deney grubu öğrencilerinin gerek ortaokul düzeyinde gerekse lise düzeyinde geleneksel gruptan daha yüksek puanlar aldıkları ve son testte puanlarının arttığı görülmüştür.

Çevre ile ilgili tutum ve davranışları araştıran Gülhan & Yurdatapan (2014), beşinci sınıf düzeyinde yapmış oldukları çalışmalarında 5E modeline uygun araştırma-sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin çevre ile ilgili tutum ve davranışlarına etkisini incelemişlerdir. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel çalışmada 5. sınıf düzeyinden toplam 47 öğrenci yer almıştır. 4 hafta süren uygulamalarda deney grubunda 5E modeline uygun sorgulamaya dayalı etkinlikler yapılırken, kontrol grubunda müfredatın belirlediği ders planı uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin sorgulamaya dayalı etkinliklerin doğasına uygun şekilde aktif olmaları sağlanmıştır. Elde edilen bulgulara bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarının son testte olumlu yönde anlamlı bir artış gösterdiği, kontrol grubundaki öğrencilerin tutumlarının ise son testte istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri nitel cevaplar incelendiğinde ise deney grubundaki öğrencilerde uygulamalar sonrasında çevre konusunda farkındalık oluştuğu ve çevreye yönelik olumlu davranışların arttığı görülmüştür.

Lise düzeyinde de sorgulamaya dayalı öğrenme süreçlerinin yürütüldüğü çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada Acar Sesen ve Tarhan (2013), sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının Elektrokimya konusundaki akademik başarıya ve kimyaya yönelik tutumlar üzerine etkisini incelemiş, çalışmada 30'u deney, 32'si kontrol grubunda olmak üzere toplam 62 lise öğrencisi katılımcı olarak yer almıştır. Deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen sorgulamaya dayalı etkinlikler kullanılırken, kontrol grubunda geleneksel laboratuvar etkinliklerine yer verilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrenciler uygulamalar sonrasında elektrokimya kavramlarını anlama konusunda anlamlı derecede yüksek performans göstermişlerdir. Ayrıca kimyaya ve laboratuvara yönelik tutumlarında da anlamlı derecede artış görüldüğü belirtilmiştir.

Wolf ve Fraser (2008), sorgulamaya dayalı ve geleneksel laboratuvar uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında lise öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarının ve akademik başarılarının değişimini incelemişlerdir. Deney ve kontrol gruplu yürütülen çalışmada toplam 6 adet etkinlik deney grubunda sorgulamaya dayalı, kontrol grubunda ise geleneksel şekilde uygulanmıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin ilk etkinliklerde öğretmenlerden alacakları dönütlere ihtiyaç duydukları ve dönütler ile ilerledikleri görülürken, son etkinliklerde bu bağılıktan kurtularak kendi fikirleri doğrultusunda etkinlik süreçlerini yönettikleri görülmüştür. Kontrol grubunda ise bu bağılılığın devam ettiği ve herhangi bir değişim olmadığı görülmüştür. Buna ek olarak deney grubundaki öğrencilerin etkinlikler sırasında ek malzemeler kullandıkları, kontrol grubunun böyle bir ihtiyaç hissetmeksizin ilk verilen malzemeler ile etkinlikleri gerçekleştirdikleri görülmüştür. Benzer şekilde deney grubunun akademik başarısının da son testte daha yüksek çıktığı belirlenmiştir.

Foster (2011), geleneksel öğretmen merkezli yaklaşım ile sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme başarılarına etkisini incelemek üzere yarı deneysel bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada geleneksel öğretmen merkezli yaklaşımın, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ve iki karışımın birlikte uygulandığı durumların karşılaştırılması yapılmıştır. Lise düzeyinde Biyoloji dersi kapsamında yürütülen etkinliklerde üç ayrı grupta belirtilen yaklaşımlara göre uygulamalar yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, iki yaklaşımın birlikte kullanıldığı grubun biyoloji başarısının diğer gruplardan daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Humphrey Jr (2013), lise düzeyinde gerçekleştirdiği çalışmasında, sorgulamaya dayalı öğretimin evrim teorisinin kavranması üzerindeki etkisini incelemiştir. Toplam 38 lise öğrencisinin katıldığı çalışmada, iki sınıftan oluşan katılımcı grubundan birisine sorgulamaya dayalı öğretime göre hazırlanmış bilimin doğası yaklaşımını içeren öğretim uygulanırken, diğerine geleneksel yöntem uygulanmıştır. Uygulama sürecinde veriler öğrencilere uygulanan anketler, görüşmeler, gözlemler ile toplanmıştır. Uygulamalar sonunda son testlerde doğru kavramlar kullanan öğrencilerin sayısının sorgulamaya dayalı öğretim grubunda daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca sorgulamaya dayalı gruptaki öğrencilerin bu yönetime ilişkin

olumlu görüşlerinin olduğu ve evrim konusunu anlamalarında bu sürecin etkili olduğuna değindikleri belirtilmiştir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin önemli bir bileşeni olan öğretmenler ve öğretmen adayları da birçok araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Basağa, Geban ve Tekkaya (1994), fen bilgisi 2. sınıf öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmalarında araştırmaya dayalı laboratuvar etkinlikleri ile geleneksel laboratuvar etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Deney (42) ve kontrol (43) grupları olmak üzere Biyokimya dersini almakta olan toplam 85 öğretmen adayının katıldığı 12 haftalık çalışmada deney grubunda araştırmaya dayalı laboratuvar etkinlikleri, kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar etkinlikleri uygulanmıştır. Her iki grupta da aynı öğretim elemanı tarafından yürütülen teorik derslere ek olarak toplam 6 laboratuvar etkinliği yürütülmüştür. Laboratuvar etkinlikleri, uygulanacak olan öğretim yöntemine uygun olarak önceden hazırlanmış ve yönteme uygun şekilde kullanılmıştır. Uygulama sürecinin sonunda öğretmen adaylarının derse ilişkin kuramsal bilgileri ve bilimsel süreç becerileri bakımından istatistiksel olarak deney grubunun lehine anlamlı farklılık görülmüştür.

Şensoy & Aydoğdu (2008), araştırma soruşturma tabanlı öğrenmenin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeyleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında deney ve kontrol grubunu oluşturan toplam 95 öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Fen Bilgisi Uygulama Laboratuvarı dersi kapsamında bir yarıyıl boyunca yapılan uygulamaların ardından deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha fazla geliştiği, sorgulamaya dayalı öğrenmenin geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür.

Bozkurt (2012), sınıf öğretmenliği öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasında, araştırmaya dayalı öğrenmenin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desendeki çalışmada, deney ve kontrol gruplarını oluşturan toplam 50 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılardan Fen ve Teknoloji Laboratuvar dersi kapsamında belirlenen “Hücrede madde alışverişi” konusuna yönelik deneyler tasarlanması ve yapılması istenmiştir. Deney grubunda uygulamaların araştırmaya dayalı, kontrol grubunda ise geleneksel

yönteme dayalı şekilde yapılması sağlanmıştır. Uygulamalar sonrasında deney grubundaki öğretmen adaylarının akademik başarılarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha fazla arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde bilimsel süreç becerileri puanlarında da son testte deney grubunun lehine anlamlı farklılık görüldüğü belirtilmiştir.

Köseoğlu ve Bayır (2012), sorgulamaya dayalı öğrenme ve geleneksel doğrulayıcı yöntemi karşılaştırmak üzere yaptıkları ön test-son test kontrol gruplu deneysel çalışmada öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerini ve bilimi-bilim öğrenme yollarını algılamalarında meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Çalışma grubu olarak 38 kimya öğretmen adayının yer aldığı ve toplam 7 hafta süren çalışmada, Analitik Kimya Laboratuvarı-II dersi kapsamında deney grubunda sorgulamaya dayalı öğretim, kontrol grubunda ise geleneksel doğrulayıcı laboratuvar yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının kavramsal değişimleri ve bilimi- bilim öğrenme yollarını algılamaları konusunda doğrulayıcı yöneme göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Karakuyu, Bilgin ve Sürücü (2013), araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının fen bilgisi öğretmen adaylarının Genel Fizik Laboratuvarı-I dersindeki akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfında okuyan toplam 102 öğrenci yer almıştır. Öğrenciler 4 ayrı gruba ayrılarak birinci grupta (25 kişi) açık araştırma, ikinci grupta (25 kişi) rehberli araştırma, üçüncü grupta (26 kişi) yapılandırılmış araştırma, dördüncü grupta ise (26) gösterip yaptırma yöntemi uygulanmıştır. Verilerden elde edilen bulgular, açık uçlu ve rehberli araştırmaların yürütüldüğü grupların akademik başarılarının diğer gruplardan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca açık uçlu araştırmanın yürütüldüğü gruptaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin diğer öğrencilere kıyasla daha iyi olduğu görülmüştür.

Sarı ve Güven (2013), etkileşimli tahta destekli sorgulamaya dayalı fizik öğretiminin öğrencilerin başarı ve motivasyonuna etkisini incelemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Toplam 106 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile bir yarıyıl boyunca yürütülen çalışmada deney grubunda araştırmacılar tarafından hazırlanan simülasyon, video gibi görseller ile

zenginleştirilen bir sorgulama süreci uygulanmıştır. Sorgulama sürecinin çeşitli aşamalarının bu teknolojiler ile uygulanması sağlanmıştır. Kontrol grubunda ise yalnızca geleneksel yöntem uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının akademik başarı ve motivasyon son test puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür.

Şahin ve Usta Gezer (2014), yansıtıcı sorgulamaya dayalı etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarı endişelerine ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisini inceledikleri ön test-son test kontrol gruplu çalışmalarında 36'sı kontrol, 30'u deney grubu olmak üzere toplam 66 öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Deney grubunda yansıtıcı sorgulama yaklaşımı, kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşım uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, deney ve kontrol gruplarının biyoloji laboratuvar endişelerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılıklar olmadığını, her iki yöntemin de öğretmen adaylarının endişeleri üzerinde bir etki göstermediğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte deney grubundaki öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri son testte anlamlı bir artış gösterirken, kontrol grubunda anlamlı bir değişim gerçekleşmediği belirlenmiştir.

Usta Gezer (2014), yansıtıcı sorgulamaya dayalı genel biyoloji laboratuvarı etkinliklerinin öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı özyeterlik algıları, biyoloji laboratuvarı endişeleri, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşan toplam 66 katılımcı ile çalışmıştır. Genel Biyoloji Laboratuvarı dersi kapsamında toplam 8 hafta süren uygulamalarda deney grubunda yansıtıcı sorgulamaya dayalı öğretim, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, deney grubundaki öğretmen adaylarının laboratuvar özyeterlik algıları, eleştirel düşünme eğilimleri, bilimsel işlem becerileri ve yansıtma becerilerinde anlamlı bir artış meydana geldiğini göstermiştir. Laboratuvar endişeleri konusunda ise her iki yaklaşımın da bir değişiklik meydana getirmediği tespit edilmiştir.

Duran & Dökme (2018), araştırmaya dayalı etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve derse yönelik tutumlarına etkisini inceledikleri çalışmalarında ön test-son test kontrol gruplu

yarı deneysel bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada altıncı sınıf düzeyinde Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesine yönelik rehberli araştırmaya dayalı etkinlikler geliştirilmiştir. Toplam 90 katılımcının yer aldığı çalışmada deney grubunda derslerde araştırmaya dayalı etkinlikler kullanılırken, kontrol grubunda öğretim programında belirtilen etkinlikler ve uygulama aşamaları dikkate alınmıştır. Uygulamalar sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde, akademik başarılarında ve derse yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık görülmüştür. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular öğrencilerin etkinlikleri ve uygulama sürecini eğlenceli ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı bulduklarını ortaya koymuştur.

Bryant (2006), düz anlatım ve sorgulamaya dayalı yaklaşımla yürütülen derslerin akademik başarıya olan etkisi incelediği çalışmasında Fizik dersini almakta olan 51 öğretmen adayı ile çalışmıştır. Öğretmen adaylarının Fizik dersinin hem teorik hem de laboratuvar derslerini aldıkları uygulama süreci boyunca deney grubunda yer alan öğretmen adayları açık uçlu sorgulama yaklaşımına, kontrol grubunda yer alan öğretmen adayları ise düz anlatıma dayalı bir öğretim görmüşlerdir. Uygulamalar sonrasında elde edilen bulgular, Fizik dersinde deney grubundaki öğretmen adaylarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarından daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur.

Brickman, Gormally, Armstrong & Hallar (2009), geleneksel öğrenme ortamları ve sorgulamaya dayalı laboratuvar ortamlarının karşılaştırmasını yaptıkları çalışmalarında deney ve kontrol gruplarını oluşturan toplam 395 üniversite öğrencisi ile çalışmışlardır. Kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma uygun laboratuvar uygulamalarına yer verilirken, deney grubunda günlük hayattaki örneklerden yola çıkılarak hazırlanan ve sorgulamaya dayalı yaklaşıma göre hazırlanan bir laboratuvar süreci yürütülmüştür. Rehberli sorgulama türünün uygulandığı deney grubunda yer alan üniversite öğrencilerinin uygulamalar sonrasında okuryazarlık ve bilimsel süreç becerileri açısından kontrol grubundan daha fazla gelişim gösterdikleri belirtilmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları, veri toplama araçlarına ilişkin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları ve uygulama sürecine ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmalarda, katılımcıların çalışma grubuna rasgele atanabildikleri çalışmalar gerçek deneysel, araştırmanın yürütüleceği koşullar gereği katılımcıların rasgele seçilemediği çalışmalar ise yarı-deneysel olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2016: 170). Rasgele seçememe durumları ise, çalışılacak olan grubun okul gibi önceden düzenlenmiş bir ortamda bulunmasından kaynaklanabilir. Örneğin okullarda öğrencilerin sınıflara dağıtılmasında gerek okula gerekse sınıf ortamına eklenirken evreni temsil etme gibi bir şartın gözetilmemesi söz konusudur. Bu durumda araştırmacının okul ortamında yapacağı çalışmada öğrencilerin sınıflarını değiştirme ya da belirli özelliklere göre yeniden gruplandırma imkânı olmayabilir. Bu durumda katılımcıların rasgele seçilmeleri durumu mümkün olmamaktadır. Bu araştırmada uygulamaların yürütüldüğü öğretmen adayları, belirli bir ders kapsamında sınıf olarak ele alındıkları için, katılımcılar rasgele seçilememiş ve uygun örnekleme yapılmıştır. Bu sebeple çalışma yarı-deneysel özellik göstermektedir. Ayrıca, deney ve kontrol grupları ile çalışılıyor olması sebebiyle de denkleştirilmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı-deneysel desen (Creswell, 2016: 172) tercih edilmiştir. Uygulamalarda deney grubunda sorgulamaya dayalı deneyler kullanılırken, kontrol grubunda geleneksel olarak da adlandırılan doğrulayıcı türde deneyler kullanılmıştır. Deneylerin

genel çerçeveleri aynı olup, uygulanış biçimleri açısından sorgulamaya dayalı ve geleneksel biçimlerde tasarlanmıştır.

Çalışmadan elde edilecek verilerin farklı bakış açıları sunarak sonuçlar ile ilgili daha sağlıklı ve detaylı bilgiler vermesi planlanmıştır. Bu doğrultuda hem nicel hem de nitel verilerin toplandığı ve analiz edildiği karma yöntem tercih edilmiştir. Karma yöntem araştırmadan elde edilecek olan sonuçların daha açıklayıcı ve tutarlı olması amacıyla nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı yöntem olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2016: 217). Bu yöntemde araştırmacılar topladıkları nicel ve nitel verileri birbirlerini desteklemek, açıklamak veya karşılaştırmak amaçlarıyla kullanabilirler. Bu doğrultuda, verilerin toplanma şekillerini, zamanlarını ve analiz edilme sıralarını da amaçları doğrultusunda kendileri belirleyebilirler. Nicel ve nitel verilerin kullanım durumlarına göre karma yöntemin farklı uygulama şekilleri bulunmakta olup, bu araştırmada söz konusu karma desenlerden yakınsayan paralel karma desen kullanılmıştır. Bu desende nicel ve nitel veriler ayrı ayrı toplanarak ayrı ayrı analiz edilirler. Analizin ardından nicel ve nitel bulgular birbirleri ile karşılaştırılır veya ilişkilendirilirler. Yapılan karşılaştırma ve ilişkilendirme işleminin ardından bulgular toplu halde yorumlanırlar (Creswell, 2016). Veri toplama araçlarına ve kullanılış biçimlerine veri toplama araçları başlığı altında detaylı olarak değinilmiştir.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırma, Fen Bilimleri Eğitimi üzerine yapılmış olup, araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 akademik yılı bahar döneminde Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan ve Genel Fizik Laboratuvarı- II dersini almakta olan toplam 60 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcıların tamamı 1. sınıf öğrencilerinden oluşmakta olup söz konusu dersi ilk kez almaktadırlar. Öğrenciler, ders kayıt dönemlerinde herhangi bir başarı sırası vs. gözetilmeksizin rasgele laboratuvar gruplarına atanmaktadırlar. Katılımcılardan 32 kişi dersi A grubunda, 28 kişi ise B grubunda alacak şekilde dönem başında öğrenci işleri tarafından atanmıştır. Bu gruplar araştırmanın deney ve kontrol grupları olarak belirlenmiş, herhangi bir ön değerlendirme yapmaksızın A grubu deney, B grubu ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre sayılarını gösteren tablo aşağıdaki gibidir:

Tablo 1
Çalışma Grubuna İlişkin Bilgiler

Grup	Toplam Sayı	Kız öğrenci sayısı	Erkek öğrenci sayısı
Deney grubu	32	23	9
Kontrol grubu	28	23	5

Uygulamalar öncesinde dersi daha önce başarısız olduğu için alacak olan üst sınıf öğrencileri tespit edilmiştir. Uygulamalar sırasında bu öğrencilerin daha önceden aşına oldukları konular ve deneylerin denk gelmesi olasılığı düşünülerek 4 kişiden oluşan bu grup için dersin farklı bir günde yapılması planlanmış ve araştırma kapsamında yapılacak uygulamalar esnasında katılımcı grup üzerinde oluşabilecek olası dış etkilerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Katılımcılar arasında yer alan diğer tüm öğrencilerin ise bütün derslere katılımları ve etkinlikleri gerçekleştirmeleri sağlanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Karma desenin kullanıldığı bu araştırmada, öğretmen adaylarında meydana gelen değişimlerin ve gelişimlerin tespit edilmesinde çeşitli nitel ve nicel veriler toplanmıştır. Bu bölümde, bu veri toplama araçlarının özellikleri, hazırlanma aşamaları ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Veri toplama araçlarının araştırmanın değişkenlerini ölçmesine ilişkin kullanım durumlarını gösteren tablo aşağıdaki gibidir:

Tablo 2
Veri Toplama Araçlarının Araştırma Sürecindeki Kullanımı

Grup	Ön test	Uygulama Süreci	Son test
Deney Grubu	1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği 2. “Elektrik ve Manyetizma” Kavramsal Anlama Testi 3. BSB Gözlem Formu	Sorgulamaya dayalı deneyler	1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği 2. “Elektrik ve Manyetizma” Kavramsal Anlama Testi 3. BSB Gözlem Formu 4. Görüşmeler
Kontrol Grubu	1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği 2. “Elektrik ve Manyetizma” Kavramsal Anlama Testi 3. BSB Gözlem Formu	Doğrulayıcı deneyler	1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği 2. “Elektrik ve Manyetizma” Kavramsal Anlama Testi 3. BSB Gözlem Formu 4. Görüşmeler

3.3.1. Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin hedefi, bireylerin belirli öğrenme kalıplarının dışına çıkarak her türlü problem durumuna kendi çözümlerini getirebilme ve bu doğrultuda bilimsel adımları uygulayabilmelerini sağlamaktır. Bunu sağlayabilen öğretmenlerin, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde hem öğrenen hem de öğretene pozisyonunda olduklarını fark etmeleri ve öğrencilerine de bu becerileri kazandırmaları beklenmektedir. Bu doğrultuda araştırmaya katılan öğretmen

adaylarında sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliği konusunda meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla nicel ve nitel olmak üzere iki tür veri toplanmıştır.

Nicel boyutunda, Smolleck (2004) tarafından geliştirilen ve İnaltekin & Akçay (2011) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılan "Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği" kullanılmıştır. 5'li likert tipindeki ölçeğin İngilizce özgün hali 69 maddeden ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır. Alt boyutlarında 1. özelliğin 18, 2. özelliğin 19, 3. özelliğin 17 ve 4. özelliğin 15 maddeden oluştuğu belirtilmiştir. Özgün halinin uygulandığı çalışmada 190 öğretmen adayı ile çalışılmış ve elde edilen veriler doğrultusunda ölçeğin bütünü için Cronbach Alpha değeri .68 olarak bulunmuştur. Ölçeğin Türkçe'ye adaptasyonunda ise (İnaltekin & Akçay, 2011) gerekli dilsel eşdeğerlikleri sağladıktan sonra ölçeğin Türkçe versiyonunu 281 öğretmen adayına uygulamışlardır. Elde edilen verilere göre ölçeğin Türkçe versiyonu 63 maddeden ve 4 alt boyuttan oluşan bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Bu alt boyutlar; fırsat, rehberlik, kanıt ve açıklama olarak belirlenmiştir. Bu boyutlardan 1. boyutta 17 madde, 2. boyutta 17 madde, 3. boyutta 15 madde ve 4. boyutta 14 madde yer almaktadır. Ölçekte yer alan derecelendirmeler "Kesinlikle Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kararsızım", "Katılmıyorum" ve "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklindedir. Alt boyutlara ilişkin Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları sırasıyla .81, .79, .80 ve .76 olarak, ölçeğin tamamına ilişkin Alpha değeri ise .83 olarak bulunmuştur. Ölçeğin adaptasyon sürecinde çalışılan katılımcı grup ile uygulamaların yürütüldüğü katılımcı grubun özellikleri bölüm ve yaş konusunda benzerlik gösterdiği için ölçeğin bu haliyle çalışma grubuna uygulanabilir olduğu düşünülmüştür.

3.3.2. "Elektrik ve Manyetizma" Kavramsal Anlama Testi

Birçok fen konusunda olduğu gibi Elektrik ve Manyetizma konusunda da öğretmen adaylarının doğru ya da yanlış çeşitli öğrenmeleri ve bu öğrenmeler içerisine yerleşmiş olan bir takım kavramsal anlamalar bulunabilmektedir. Anlamalı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için bireylerin kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri doğru şekilde öğrenmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla etkili öğrenmenin sağlanabilmesi için öncelikle kavramsal anlamaların ve öğrenmelerin ne durumda olduğunun belirlenmesi oldukça önemlidir. Literatüre bakıldığında, bu doğrultuda hazırlanan çeşitli testlerle karşılaşılmaktadır. Bunlar arasında çoktan seçmeli testler

(Uyanık ve Dindar, 2016), iki aşamalı testler (Çakır ve Aldemir, 2011), üç aşamalı testler (Caleon ve Subramaniam, 2010; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Aykutlu ve Şen, 2012; Taşlıdere, Korur ve Eryılmaz, 2012), kavram haritaları (Aykutlu ve Şen, 2012) ve açık uçlu sorular (Alkış, 2006; Ayvacı ve Şenel Çoruhlu, 2009; Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013) bulunmaktadır. Bu ölçme araçlarından çoktan seçmeli testler hızlı analiz imkânı vermekte ve uygulama kolaylığı sağlayabilmektedir. Ancak verilen cevapları sadece doğru-yanlış şeklinde sınıflandırmakla sınırlı kalabilmektedir. İki aşamalı testlerde ise çoktan seçmeli soruya verilen cevabın gerekçesinin açıklandığı bir bölüm bulunmakta olup, cevapların verilme sebepleri ile ilgili daha detaylı bilgi almak mümkün olmaktadır. Üç aşamalı testlerde ise cevapların sebeplerinin açıklanmasına ek olarak bu cevaplardan eminlik durumları sorgulanarak öğrencilerin cevaplarını daha objektif şekilde sunmalarını sağlamak hedeflenmektedir. Bu durum, iki ve üç aşamalı testlerin çalışmalardaki tercih edilirliliğini son zamanlarda arttırmıştır. Kavram haritaları ve açık uçlu sorular ise hazırlama ve analiz etme açısından diğer veri toplama araçlarına nazaran daha fazla uğraş gerektirebilmektedir. Ayrıca bu tarz soruların cevaplarında bilgiden fazlası gerekmede ve bazen birden fazla cevabı olabilmektedir. Bu sebeple de bu soruların puanlanması zor olabilmektedir (Haladyna, 1997: 41). Ancak zor bir analizin ardından elde edilecek olan veriler öğrencilerin durumları ile ilgili daha detaylı bilgiler sunabilmekte, kavramsal anlama düzeylerini daha geniş bir çerçevede açıklayabilmektedir. Özellikle öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin detaylı şekilde belirlenebilmesi, yani kavramlar arasındaki ilişkilere yönelik öğrenmelerin de tespit edilebilmesi, açık uçlu soruların kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada, öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından açık uçlu sorulardan oluşan “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi” geliştirilmiştir. Elektrik ve Manyetizma konusu, uygulamaların yürütüldüğü ders olan Genel Fizik Laboratuvarı-II dersinin içeriğini oluşturmaktadır. Bu sebeple testin geliştirilme aşamasında ilk olarak Genel Fizik Laboratuvarı-II dersinin Elektrik ve Manyetizma konusunda kapsadığı alt başlıklar belirlenmiştir. Derse ait konu içeriği Yükseköğretim Kurulu tarafından belirli başlıklar altında belirlenmiş olup, tüm Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programlarında bu başlıklar üzerinden yürütülmektedir. Derse ait söz konusu başlıklar ise aşağıdaki gibidir:

Elektrostatik, OHM Kanunu, Dirençlerin seri ve paralel bağlanması, Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu etkenler, Kondansatörlerin seri ve paralel bağlanması, Pillerin seri ve paralel bağlanması ile ampul parlaklığı arasındaki ilişki, Wheatson köprüsü ile direnç tayini ve potansiyel fark, Kirchoff devreleri, Potansiyometre, Üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan, Transformatörler, Alternatif akım elde etme ve elektromanyetik indüksiyon, Elektrik motoru, Zil ve radyo.

Elektrik ve Manyetizma konusunda, dersi alan öğretmen adaylarının öğrenmeleri hedeflenen alt konuların belirlenmesinin ardından bu konulara yönelik temel kavramlar belirlenmiştir. Bu kavramlara aşağıda yer verilmiştir:

Direnç, akım, gerilim, elektriklenme, manyetik alan, indüksiyon, kondansatör, elektrik yükü, sığa, iletkenlik, yalıtkanlık, seri ve paralel bağlama, manyetik çekim kuvveti, manyetik etki, mıknatıslanma, manyetik akı, manyetik alan şiddeti, manyetik alan çizgileri.

Konuların ve kavramların belirlenmesinin ardından kavramsal anlama testinin genel çerçevesi de çizilmiştir. Bu doğrultuda belirlenen konulara yönelik birden fazla sorunun yer aldığı 20 soruluk taslak bir test hazırlanmıştır.

Test sorularının genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Sorular, elektrik ve manyetizmanın gözlemlenebilir uygulamalarına dair bir takım örnek olaylar sunmakta ve bu olaylar üzerinden öğretmen adaylarının yorumlar yapmalarını istemektedir. Bu yorumlarda ise öğretmen adaylarından örnek olaylara bilimsel açıklamalar getirmeleri beklenmektedir.
- Soruların anlaşılabilirliğini arttırmak için soruların içerisinde örnek olayı betimlemeye yardımcı görseller eklenmiştir.
- Öğretmen adaylarının sorulara ilişkin kısa ve tek cevap vermeye odaklanmalarını önlemek ve kavramsal ilişkilendirmelerini net bir şekilde ortaya koymalarını sağlamak amacıyla soru köklerinin sınırlandırıcı olmamasına dikkat edilmiştir.

Taslak testin hazırlanmasının ardından testin geçerliği için inceleme yapılmıştır. (DeVellis, 2014: 93) göre geçerliğin 3 türü vardır. Bunlar; kapsam geçerliği, ölçüt

dayanaklı geçerlik ve yapı geçerliğidir. Bir testin kapsamının belirlenmesi test geçerliğinde aranması gereken önceliklerdendir. Kapsam geçerliği için ise aşağıdaki aşamalar uygulanabilir (Şeker & Gençdoğan, 2014: 50):

- a. Uzman kişilere danışmak
- b. Belirtke tablosu hazırlamak ve testin yapısını oluşturmak
- c. Gözlem ve görüşmelerden yararlanmak

Bu doğrultuda, testin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla taslak formu 6 alan uzmanının görüşüne sunulmuştur. Uzmanların değerlendirmelerini yapabilmeleri için soruların dersin hedefine uygunluğunun ve kullanılabilirlik durumunun belirlendiği, maddelere ilişkin açıklamaların da yazılabileceği bir uzman görüş rubriği hazırlanmıştır. Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda taslak test ile ilgili aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- Sorulardan bazılarının kavramları çok fazla tekrara düşürmesi sebebiyle 2 sorunun testte kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir.
- Soruları desteklemek amacıyla kullanılan görsellerden bazılarının öğretmen adaylarının verecekleri cevapları sınırlandırabileceği belirtilmiş, görsellerin daha uygun olan görseller ile değiştirilmesi önerilmiştir.
- Görsel kullanılmayan seri ve paralel bağlama sorularından birisine görsel eklemenin öğretmen adaylarındaki kavramsal anlamayı daha iyi ortaya çıkarabileceği önerilmiştir.
- Statik Elektriklenme ile ilgili soruda örnek olayın tam olarak nasıl gerçekleştiğinin anlaşılmadığı, ifadenin biraz daha açıklayıcı olması gerektiği belirtilmiştir.
- Soru cümlelerinin içerdiği bazı kelimelerin değiştirilerek sorunun anlaşılabilirliğinin arttırılması önerilmiştir.
- Şekillerden bazılarında I ve II şeklinde yapılan numaralandırmaların daha belirgin şekilde yerleştirilmesi önerilmiştir.
- Belirtilen diğer önerilere ek olarak, soru köklerinde bazı kelime düzeltmeleri önerilmiştir.

Uzmanların taslak test üzerinde yapmış olduğu değerlendirmelerin ardından belirtilen tüm incelemeler ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca testten çıkarılması önerilen 2 soru testten çıkarılmıştır. Polland (aktaran Şeker & Gençdoğan, 2014), bir araştırmanın tasarlanması aşamasında pilot uygulamalar yapılması gerektiğini ve bu uygulamaların araştırmayı düşündüğümüz bireyler üzerinde yapılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca geliştirilen bir testin, uygulamaların yürütüleceği araştırma örneklemine uygulanması gerektiğinin altı çizilmiştir. Bu doğrultuda testte gerekli düzenlemelerin yapılmasının ardından testin 18 soruluk ilk hali 2016-2017 güz yarısında Fen Bilgisi Öğretmenliği programında 2, 3 ve 4. sınıflarda öğrenim görmekte olan 15 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının testi cevaplandırmaları için bir süre belirtilmemiş, ancak cevaplama süreleri kayıt altında tutulmuştur. Soruların cevaplanması esnasında katılımcılardan gelen bilgilendirme talepleri doğrultusunda testte anlaşılamayan ve net olmadığı düşünülen ifadeler araştırmacı tarafından not alınmıştır. Bu notlar, uygulama sonrasında sorularda yapılacak düzeltmelerde dikkate alınmak üzere kaydedilmiştir. Sorularda boşluk bırakmadan tamamını cevaplandırmaları istendiğinden, öğretmen adaylarının cevaplama süresi birbirine yakın değerler göstermiş ve ortalama 60 dk. sürmüştür. Testin uygulanmasının ardından cevaplara betimsel analiz yapılmıştır. Bu kapsamda sorulara verilen cevaplar bilimsel olarak kabul edilebilirlikleri açısından, soruların anlaşılabilirliği açısından ve soruların anlaşılabilirliğini etkilemiş olabilecek olası etmenler (görsellerin cevaba etkisi, soru sıralamasının cevaplara etkisi, soruların birbirleri üzerine etkisi) açısından incelenmiştir. Analizin ardından sorulardan ikisinin içeriğini öğretmen adaylarının anlamakta zorlandıkları görülmüştür. Bu sebeple bu 2 soru testten çıkarılmıştır. Testte kalması kararlaştırılan diğer soruların bazılarını birbirinin şıkları haline getirerek 16 soruyu toplamda 12 soru başlığının altında topladıktan sonra ikinci hali aynı yarıyıl Fen Bilgisi Öğretmenliği 2 ve 3. sınıfında öğrenim görmekte olan ve ilk pilot uygulama grubundan farklı kişilerden oluşan 77 öğretmen adayına uygulanmıştır. Elde edilen verilere betimsel analiz uygulanmıştır. Testin iç tutarlılığını sağlamak amacıyla ikinci pilot uygulamadan elde edilen cevaplar bir ay arayla ikinci kez incelenerek oluşturulan kategoriler yeniden düzenlenmiştir.

Testin ikinci pilot uygulamasının analizlerinin tamamlanmasının ardından soruların bazılarında öğretmen adaylarının kavramlarla ilgili ifadelerinin daha detaylı

olmasının kategorize edilme aşamasını etkileyebileceği kanaatine varılmıştır. Bu doğrultuda daha önce 12 başlık altında toplanmış olan sorular birden fazla şık içermesi yerine yeniden 16 soruluk tek sorudan oluşan bir forma getirilmiştir. Oluşturulan 16 soruluk son hali ise yine 2, 3 ve 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan farklı bir 15 kişilik gruba 3. pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analiz edilmesinin ardından gerek soruların anlaşılabilirliği gerekse verilen cevapların detaylarının istenilen nitelikte olduğu belirlenmiştir. Pilot çalışmaların tamamlanmasının ardından testin 16 soruluk son hali araştırmanın katılımcılarına ön ve son test olarak uygulanmıştır.

3.3.3. Bilimsel Süreç Becerileri Gözlem Formu

Sorgulamaya dayalı öğrenme süreci, bireylerin problem durumlarına çözümler getirmelerini, bu süreçte bir bilim insanının çalışma adım ve prensiplerini uygulamalarını teşvik eder. Sorgulamaya dayalı deneylerin uygulandığı bu araştırmada da öğretmen adaylarının deneylerin her aşamasında bilimsel yol ve yöntemler izlemeleri, öğrenme süreçlerinde olabildiğince sorumluluk almaları hedeflenmiştir. Deneyleri kendi sorumluluğunda ve minimum öğretim elemanı desteği ile yürütebilmeleri ise bilimsel süreç becerilerini işe koşmalarını gerektirmektedir. Bir bilim insanının çalışma adımlarını içeren bilimsel süreç becerileri (gözlem, sınıflama, iletişim kurma, ölçme, uzay-zaman ilişkisi kurma, sayıları kullanma, tahminde bulunma, çıkarım yapma, değişken belirleme ve kontrol etme, hipotez kurma, verileri yorumlama, operasyonel tanımlama, deney yapma) deneylerin farklı aşamalarında ayrı ayrı ya da birlikte kullanılabilir. Ayrıca süreç içerisinde bireyler bu becerileri çok yetersiz seviyede kullanmakta olabilecekleri gibi oldukça zengin bir beceri çeşitliliği sunmaları da mümkündür. Bu sebeple, bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi noktasında da deney sürecinin tamamının (hazırlık süreci de dâhil olmak üzere) incelenmesi oldukça önemli olmaktadır. Bilimsel süreç becerilerine sahip bireylerden beklenen, bu becerileri ezber ya da farklı bir yolla biliyor olmak değil, gerektiğinde etkin bir şekilde kullanarak problemlerin çözülmesi sürecini yönetebilmeleridir. Böyle karmaşık bir durum ise bireylerin problem çözme süreçlerinin ve davranışlarının incelenmesi ile mümkündür.

Literatür incelendiğinde, bilimsel süreç becerilerinin büyük oranda çoktan seçmeli testler ile ölçüldüğü görülmektedir (Tannenbaum, 1968; Fyffe, 1971; Dillashaw ve Okey, 1980; Tobin ve Capie, 1982; Burns, Okey & Wise, 1985; Enger & Yager, 1998; Temiz, Taşar ve Tan, 2006; Temiz, 2007; Aydoğdu ve Ergin, 2009; Çalışkan ve Kaptan, 2009; Hazır ve Türkmen, 2008). Çoktan seçmeli bir test ile yapılacak olan ölçümlerde soru hazırlama ve veri toplama süreci kolay ve hızlı olabilmektedir. Ancak bireylerin test sorularına verecekleri cevaplar yalnızca sorulan soru ile kısıtlı kalabilmektedir. Ayrıca bireyin yalnızca ilgili soruya dair bir takım ön bilgileri olması da mümkündür. Bu durum, testte gösterilen becerilerin deney yapma sürecinde gerçekten kullanılıp kullanılmadığı noktasında sağlıklı veriler sunamayabilir. Diğer yandan, çoktan seçmeli testlerde beceri ile ilgili olarak akla gelebilecek tüm durumlara dair sorular sunulması da pratiklik anlamında mümkün değildir. Bilimsel süreç becerilerinin sahip olduğu çok yönlülük, çoktan seçmeli soruların ya da anketlerin vereceği sonuçların güvenilirliğini de tartışılır hale getirebilmektedir. Bu sebeple de gözlem formları, görüşmeler, rubrikler gibi alternatif veri toplama araçlarından da faydalanılmaktadır (Yıldırım, Çalık, & Özmen, 2016). Araştırmada öğretmen adaylarından oluşan bir çalışma grubunun yer alması da veri toplama aracını seçme sürecinde etkili olmuştur. Çoktan seçmeli testlerin kullanılması durumunda öğretmen adaylarının testlerdeki sorulara aşinalıklarının daha fazla artması ve sorulardan bazıları ile ilgili ön bilgiler taşımaları mümkündür. Haladyna (1997: 67), bilimsel süreç becerileri gibi yaratıcı düşünmeyi gerektiren yeteneklerin çoktan seçmeli testler ile ölçülmemesi gerektiğini belirtmiştir. Bu sebeple araştırmada çoktan seçmeli testlerin kullanılmasının, hem öğretmen adaylarındaki değişimleri inceleme noktasında yetersiz kalabileceği, hem de süreç değerlendirmesini tam anlamıyla karşılayamayacağı düşünülmüştür. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak, bu çalışmada bilimsel süreç becerilerinin belirlenmesinde yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmıştır. Uygulamalarda öğretmen adaylarına rehberlik yapması ve deneylerin kontrollü şekilde ilerlemesi gerektiğinden araştırmacı süreçte katılımcı gözlemci olarak yer almıştır.

Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış gözlem formu, tüm bilimsel süreç becerilerinin her bir öğrenci grubu için ayrı ayrı puanlanmasını içermektedir. Bu puanlamalar öğrencilerin bir bilimsel süreç becerisini kullanma durumlarına dair

gözlemler doğrultusunda verilmiştir. Puanlamaların öğrenci yerine çalışma grubu bazında yapılması tercih edilmiştir. Çünkü deneyler sırasında çalışma gruplarında bir iş bölümü yapılabileceği gibi, aynı zamanda deneyin bir aşamasını tüm grup üyelerinin aynı anda gerçekleştirmesi mümkün olmayabilir. Bu durumda o aşamada işe koşulan beceri yalnızca bir veya birkaç öğrencide gözlemlenebilir. Ancak bu durum diğer öğrencilerin bu becerileri taşımadığı anlamına gelmez. Böyle bir puanlama öğrencilerin becerilerine ilişkin sağlıklı veriler sunamayabilir. Bu sebeple puanlamalarda çalışma gruplarında grup puanı verilmiş ve gruba ilişkin gözlem notları alınmıştır. Puanlar 3 kategoriden oluşmakta olup “1 = zayıf düzeyde”, “2 = orta düzeyde”, “3 = iyi düzeyde” şeklinde ifade edilmiştir. Puanların verilmesi aşamasında ise araştırmacı tarafından hazırlanan “Bilimsel Süreç Becerileri Değerlendirme Kriterleri” kullanılmıştır. Bu kriterler hazırlanan gözlem formunda bilimsel süreç becerilerinin nasıl puanlanacağını önceden belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Hazırlanan kriter tablosu 2 alan uzmanının görüşleri doğrultusunda düzenlenerek son hali verilmiştir. Tablo 3, bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesinde kullanılan bu kriterleri göstermektedir:

Tablo 3
Bilimsel Süreç Becerileri Değerlendirme Kriterleri

	İyi Düzeyde Becerinin Göstergeleri	Orta Düzeyde Becerinin Göstergeleri	Zayıf Düzeyde Becerinin Göstergeleri
Gözlem	*Deneye ilişkin verilen malzemeleri ve örnek materyalleri deneye başlamadan inceler. *Deneyde verilen örnek olayların özelliklerini grup arkadaşlarına ifade eder. *Deneyin her aşamasında meydana gelen değişimleri inceler. *Öğretmen tarafından sunulan içeriklerin incelemesini ve karşılaştırmasını yapar.	*Deney öncesinde, sırasında ve sonrasında sergilenmesi beklenen gözlem davranışlarının yalnızca bir kısmını (yalnızca başlangıç, yalnızca deney sonrası gözlem yapma gibi) gerçekleştirir.	*Beklenen gözlem davranışlarının en fazla birini gerçekleştirir.
Sınıflama	*Deney malzemelerini deneye uygunluk durumlarına göre (malzeme cinsi, iletkenlik durumu, boy uzunluğu vb.) gruplandırır. *Verilen örnek olaylar ile yapılacak deneyin özelliklerini karşılaştırır. *Deneyden elde edilen bulgular doğrultusunda kullandığı	<i>*Örnek olay ve deneyi karşılaştırması, malzemelere ilişkin bir sınıflandırma ve deney sonrasında malzeme özelliklerine ilişkin yorum davranışlarından herhangi ikisini gerçekleştirir.</i>	<i>*Örnek olay ve deneyi karşılaştırması, malzemelere ilişkin bir sınıflandırma ve deney sonrasında malzeme özelliklerine ilişkin yorum davranışlarından en fazla birisini gerçekleştirir.</i>

	malzemelere ilişkin yorum yapar.		
İletişim kurma	*Deneye ilişkin gözlem sonuçlarını grup arkadaşlarına aktarır. *Deneyde yapılacak işlemleri belirlemek için fikir sunar. *Belirlenen işlemleri çalışma kâğıdında belirtilen bölümlere aktarır. *Gözlem ve ölçme sonucunda elde ettiği verileri görseller ile ifade eder. *Deneyde elde edilen sonuçları sunar.	*Beklenen iletişim davranışlarının 3 veya 4 tanesini gerçekleştirir.	*Beklenen iletişim davranışlarının en fazla ikisini gerçekleştirir.
Ölçme	*Ölçeceği nesneyi ya da değeri doğru şekilde belirler. *Deneyde ilgili adımı gerçekleştirmek üzere doğru ölçme aracını belirler. *Ölçme aracında doğru ölçme birimini (A, mA gibi) belirler. *Ölçme aracını doğru şekilde kullanır.	<i>*Ölçülecek nesne-değerlik belirleme, doğru ölçme aracını seçme, doğru ölçme birimini belirleme ve ölçme aracını doğru şekilde kullanma</i> aşamalarından 2 ya da 3 tanesini gerçekleştirir.	*Belirlenen ölçüt davranışlardan en fazla 1 tanesini gerçekleştirir.
Sayı ve uzay ilişkisi kurma	*Kuvvet, etki, hareket gibi kavramlara ilişkin yön ve doğrultu tespitlerini doğru şekilde yapar.	* Kuvvet, etki, hareket gibi kavramlara ilişkin yön ve doğrultu tespitlerini kısmen doğru şekilde yapar.	* Kuvvet, etki, hareket gibi kavramlara ilişkin yön ve doğrultu tespitlerini yapamaz.

Tahminde bulunma	*Deneye başlarken her bir aşamanın süreleri ile ilgili tahminde bulunur. *Deney başlamadan önce, kullanılacak olan malzemenin deneyin akışını nasıl etkileyebileceği ile ilgili tahminlerde bulunur. *Kurulan deney düzeneğinin durumu ile ilgili tahminlerde bulunur, grup arkadaşlarına ifade eder. *Deneyde gerçekleşecek adımların sonuçlarına ilişkin tahminler ifade eder.	*Deney öncesi, deney sırası ve deney sonrası beklenen tahmin davranışlarından bir kısmını gerçekleştirir.	* Deney öncesi, deney sırası ve deney sonrası beklenen tahmin davranışlarından herhangi birisini gerçekleştirmez.
Çıkarım yapma	*Verilen sürenin sonunda örnek olaya dair eski bilgileriyle desteklediği bazı tespitler ortaya koyar. *Deneyden elde edilen bulgular yoluyla yapmış oldukları işleme dair çıkarımlarda bulunur. *Önceki çıkarımlarını yeni bilgiler ile destekleyerek günceller.	*Beklenen davranışlardan yalnızca ikisini gerçekleştirir.	*Beklenen davranışlardan en fazla birisini gerçekleştirir.
Değişken belirleme ve kontrol etme	*Deneyin tasarlanmasında bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini tanımlar.	*Bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinin yalnızca bir kısmını tanımlar.	*Değişkenleri tanımlayamaz, değişkenlere ilişkin uygulanacak işlemleri belirleyemez.

	*Değişkenlerin nasıl bir işleme tabi tutulacağını belirler.	*Değişkenlerin yalnızca bir kısmına ilişkin işlemleri belirler.	
Hipotez kurma	*Deneyde tanımlanan problem durumunu çözmek üzere hipotez kurar. *Yapılan deneysel adımların ardından çıkarıma dayalı yeni bir hipotez kurar.	*Deneyin başlangıç ve sonuç hipotezlerinden yalnızca birisini kurar.	*Deneye ilişkin herhangi bir hipotez ifade etmez.
Verileri kaydetme ve yorumlama	*Topladığı verileri, deneyde uygulanan işlemleri ve kurulan hipotezi temel alarak yorumlar.	*Deneyde toplanan verileri deneyde uygulanan işlemler ve hipotezden bağımsız olarak yorumlar.	*Toplanan verilere ilişkin bir yorumlama sunmaz.
Operasyonel tanımlama	*Deneyde yapılacak olan ölçme ve tespit (sıcaklık, direnç, iletkenlik tespiti gibi) işlemlerinin nasıl yapılacağına ilişkin yollar belirler.	*Yapılacak olan ölçme ve tespit işlemlerine ilişkin yolların yalnızca bir kısmını belirler.	*Ölçme ve tespit işlemlerine ilişkin herhangi bir yol ya da yöntem önermez.
Deney yapma	*Deneye ilişkin hipotezini ortaya koyar. *Deney sürecinde ölçülecek ve kontrol edilecek değişkenleri tanımlar. *Deney kapsamında hazırlanacak olan düzeneğin tespitini ve planlamasını yapar. *Deney öncesinde, esnasında ve sonrasında hipotezin test edilme durumuna ilişkin gerekli takipleri yapar.	*Deney sürecinde beklenen aşamalardan 2 ila 4'ünü gerçekleştirir.	*Deney sürecinde beklenen aşamalardan en fazla 1 tanesini gerçekleştirir.

	*Elde edilen sonuçlara göre deneyin sonlandırılması veya yeniden yapılmasına ilişkin durumu belirler.		
Model oluşturma	*Verilen örnek olaylara ilişkin yorumları yapabilmek için basit modeller tasarlar. *Problem durumuna çözüm üretmek amacıyla kontrollü deney tasarımları yapar.	*Örnek olayı anlamlandırmak üzere model tasarlama ve deney tasarımı yapma aşamalarından yalnızca birisini gerçekleştirir.	*Örnek olaya ilişkin model tasarlama ve deney tasarımı yapma aşamalarından hiç birisini gerçekleştirmez.

Erkuş (2014), derecelendirme türünde olan maddelerin çoktan seçmeli maddelerden farkının tepki kategorilerinin birbirlerini net sınırlarla ayıran değil, bir süreklilik üzerinde sıralayan türden olması olarak belirtmiştir. Formun bu özelliği becerilerin kullanım düzeylerinin detaylı incelenebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca gözlem formunda her bir grup ile ilgili “açıklama” bölümü de yer almaktadır. Araştırmacı gözlemler sırasında öğrencilere puanlar verirken gözlemlediği farklı ve önemli noktaları not alabilmektedir. Hem bir puanlama ölçeğinin hem de betimleyici bir değerlendirme ölçeğinin birleştirilmiş bir şekilde aynı anda kullanılmasının daha sağlıklı sonuçlar vermesi hedeflenmiştir.

Gözlem formunun hazırlanması sürecinde öncelikle bilimsel süreç becerilerinin bir listesi çıkarılmıştır. Araştırmada gözlemlenmek üzere formda yer alan bu bilimsel süreç becerileri gözlem, sınıflama, iletişim kurma, ölçme, sayı-uzay ilişkisi kurma, tahminde bulunma, çıkarım yapma, değişken belirleme ve kontrol etme, hipotez kurma, verileri kaydetme ve yorumlama, operasyonel tanımlama, deney yapma ve model oluşturma becerilerinden oluşmuştur.

Bilimsel süreç becerilerinin listesinin çıkarılmasının ardından öğretmen adaylarında gözlemlenmesi beklenen bu becerilere dair gözlem formu oluşturulmuştur. Gözlem formu *Ekler* bölümünde yer almakta olup genel taslağı Şekil 1 de sunulmuştur:

Şekil 1

Gözlem Formu Genel Görünümü

Beceri Öğrenci	Gözlem	Ölçme	Sınıflama	Verileri kaydetme	...	...	Açıklama
Grup 1							
Grup 2							
Grup 3							
...							
...							

Gözlem formunun oluşturulmasının ardından 3 uzmandan formla ilgili görüşler alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda formda yer alan becerilerin yeterli ve kapsamlı olduğu, yalnızca açıklama yazım alanının biraz arttırılması gerektiği yönünde değerlendirme yapılmıştır. Form şekilsel olarak düzeltildikten sonra 2016-2017 güz yarıyılında etkinliklerin pilot çalışmalarının yapıldığı grupta uygulamalar sırasında kullanılmıştır. Pilot çalışmada 15 öğretmen adayı üzerinde uygulanan gözlem formuna ek olarak çalışmalar video kaydına da alınmıştır. Pilot çalışmanın tamamlanmasının ardından video kayıtları izlenerek gözlem formu yeniden doldurulmuştur. Verilen puanların sınıf içinde verilen puanlar ile uyduğu görülmüş ve formun asıl uygulamalarda da kullanılması kararlaştırılmıştır.

Bilimsel süreç becerileri gözlem formu, asıl uygulamalarda öğretmen adaylarına ilk ve son haftaki derslerde öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Araştırmacı deneyler sırasında tüm çalışma gruplarına rehberlik ettiği için, iletişime geçtiğinde becerilerin sergilenme durumlarını ve olası sorunları bireysel anlamda gözlemlene fırsatı bulabilmiştir. Ayrıca araştırmacı ders esnasında yazdığı açıklamalarla birlikte, ders sonrasında 15 dakikalık bir süre dersin değerlendirmesini yaparak bu açıklamalara eklemek istediği diğer notları da almıştır. Bununla birlikte öntest ve sontestlerin uygulandığı derslerin tamamı video kaydına alınmıştır. Gözlemlerin ve alınan notların geçerliğini arttırmak amacıyla derslerde alınan video kayıtları da izlenerek gözlem formlarında gerekli görülen düzeltme ve eklemeler yapılmıştır.

3.3.4. Görüşmeler

Öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri konusundaki değişimlerini belirlemek amacıyla toplanan nicel verilere ek olarak nitel veriler de toplanmıştır. Nitel verilerin toplanmasında yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiştir. Görüşme soruları araştırmacı tarafından hazırlanmış olup, öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlik inançlarını ölçmeye yönelik, nicel ölçeğin maddeleri ile de paralellik gösterecek şekilde hazırlanmıştır. Soruların hazırlanmasının ardından 3 uzmanın görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda soruların belirli noktalarında öğrencilerin yönlendirme ile karşılaşabileceği bazı ifadeler belirlenmiştir. Bu ifadeler değiştirilerek sorulara son halleri verilmiştir. Sorulara ek olarak hazırlanan alt sorular da bu doğrultuda yeniden

düzenlenmiştir. Gerekli düzenlemelerin tamamlanmasından sonra pilot çalışmaların yürütüldüğü 15 kişilik gruptan 5 öğretmen adayı seçilerek pilot uygulamaların ardından görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevapların transkriptinin yapılarak cümleler içerisindeki anlamsız kelimeler çıkarılmıştır. Ardından elde edilen metinlerin soru bazında analizleri yapılarak sorularda anlaşılmayı engelleyen ya da yönlendirmeye sebep olduğu düşünülen noktalar açısından inceleme yapılmıştır. Yalnızca soru köklerinde yapılan birkaç düzeltme ile görüşme sorularına son hali verilmiştir. Asıl uygulamaların ardından deney grubundan 4, kontrol grubundan 4 olmak üzere toplam 8 öğretmen adayı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları, “Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi” ölçeğinden almış oldukları puanlar doğrultusunda alt, üst ve orta gruplardan sırasıyla 1,1,2 kişi belirlenerek seçilmiştir. Her bir öğretmen adayı ile yaklaşık 15'er dakika süren görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler öncesinde öğretmen adaylarına görüşme konusu ile ilgili erken bir bilgilendirme yapılmamış, verilecek cevapların önceden yapılandırılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Yalnızca öğretmen adayları görüşme sınıfına geldiklerinde yaklaşık 2 dakikalık bir ön bilgilendirme yapılarak görüşme süreci ile ilgili bilgi verilmiş ve alınacak olan ses kaydı için izinleri alınmıştır. Görüşme sürecinin daha verimli geçebilmesi ve hızlı bir şekilde kayıt altına alınabilmesi için görüşmeler bir ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

3.4. Öğretimin Tasarlanması ve Uygulanması

Araştırmanın uygulama süreci öncesinde, veri toplama araçları ile birlikte uygulamalarda kullanılacak olan diğer bileşenler de hazırlanmıştır. Bu bileşenlerden en önemlileri dersin yürütülmesinde kullanılacak olan deneylerdir. Deneylerin tasarlanabilmesi için ise öncelikle bu deneylerin kapsamını oluşturan Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Deneyler dersin konu kapsamı doğrultusunda hazırlanmıştır. Uygulamalar deney grubunda rehberli sorgulamaya dayalı deneyler yoluyla, kontrol grubunda ise geleneksel doğrulayıcı deneyler yoluyla yürütülmüştür. Bu sebeple deneylerin çalışma yaprakları deney grubu için rehberli sorgulama formatında, kontrol grubu için ise doğrulayıcı formatta hazırlanmıştır. Çalışma yapraklarının hazırlanmasının ardından ise pilot uygulama ve asıl uygulamalar yapılarak son verilerin toplanması ile uygulama süreci sonlandırılmıştır. Bu bölümde ilgili çalışmalar detayları ile anlatılmıştır.

3.4.1. Hazırlık Süreci

3.4.1.1. Deneylerin Belirlenmesi

Lisans düzeyindeki derslerde düzenin ve standartlığın sağlanması için derslerin içeriklerinin ve uygulama süreçlerinin de belirli standartlara oturtulması Bologna sistemi ile birlikte zorunlu hale gelmiştir. Bu sebeple derse yönelik deneylerin tasarlanmasından önce Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi için Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından belirlenen ders içerikleri incelenmiştir. YÖK tarafından bu ders için belirlenen konu başlıkları aşağıdaki gibidir:

- Elektrostatik
- Ohm Kanunu
- Dirençlerin seri ve paralel bağlanması
- Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu etkenler
- Kondansatörlerin seri ve paralel bağlanması
- Pillerin seri ve paralel bağlanması ile ampul parlaklığı arasındaki ilişki
- Wheatson köprüsü ile direnç tayini ve potansiyel fark
- Kirchhoff devreleri
- Potansiyometre
- Üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan
- Transformatörler
- Alternatif akım elde etme ve elektromanyetik indüksiyon
- Elektrik motoru, zil ve radyo.

Ders kapsamında uygulanacak deneylerin bu konular doğrultusunda hazırlanmaları gerekmektedir. Bu sebeple öncelikle lisans düzeyinde bu dersin yürütüldüğü diğer üniversitelerde bu konuların hangi oranda ele alındıkları ve bu kapsamda hangi deneylerin yapıldığı incelenmiştir. Ulaşılan ders notları, uygulama kitapları ve deney raporları incelendiğinde derse ait konuların tamamına olmasa da

büyük kısmında bu derslerde yer verildiği, yapılan deneylerinde büyük oranda benzerlik gösterdiği görülmüştür. Derslerde yer verilemeyen konuların ise bir kısmının malzemeler yetersizliği, bir kısmının ise ders süresinin yetersizliği sebebi ile uygulanamadığı belirlenmiştir. Fizik deneyleri ve lisans düzeyinde fen deneyleri konusunda alanda bulunan kitaplarda da büyük oranda benzer deneylerin olduğu, bu deneylerin lisans düzeyindeki içeriği kazandırmada büyük oranda kullanıldıkları görülmüştür.

Elde edilen bu bilgiler ışığında araştırmanın yürütüldüğü uygulama dersinde aşağıdaki konulara doğrudan yer verilmiştir:

- Elektrostatik
- Ohm Kanunu
- Dirençlerin seri ve paralel bağlanması
- Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu etkenler
- Kondansatörlerin seri ve paralel bağlanması
- Pillerin seri ve paralel bağlanması ile ampul parlaklığı arasındaki ilişki
- Kirchoff devreleri
- Üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan
- Alternatif akım elde etme ve elektromanyetik indüksiyon
- Elektrik motoru

Yukarıdaki konuların tamamı tasarlanacak olan deneylerin içerisinde yer almış, konuların bu deneyler sayesinde birbirleri ile ilişkilerinin de gösterilmesi hedeflenmiştir. Uygulama süresi ve deneylerin uygulama aşamaları düşünülerek YÖK içeriğinde belirtilen konulardan üçü (Wheatson köprüsü, potansiyometre, transformatör) bu kapsama doğrudan alınmamıştır. Bu konulardan, diğer konular için tasarlanan deneylerin içerisinde bahsedilmiş ve çalışma mantığı anlatılmıştır. Dolayısıyla YÖK ders içeriğinde belirtilen konuların tamamının öğrencilere

uygulamalar kapsamında kazandırılması hedeflenirken aynı zamanda deney sayısının fazlalığının önüne geçilmesi ve dersin konularının daha iç içe olması planlanmıştır.

Konuların belirlenmesinin ardından bu konular ile ilgili olarak lisans düzeyinde yapılan deneyler, alanda yer alan kitapların içerdiği deneyler, ulusal ve uluslararası atölye çalışmalarında ve bilim kamplarında yapılan deneylerin yanı sıra sosyal paylaşım sitelerine eklenen deneysel çalışmalar incelenmiştir. Bu incelemeler sonrasında uygulamalar kapsamında kullanılacak deneyler tasarlanmıştır. Deney adlarına ve uygulama zamanlarına ilişkin bilgiler Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4
Deneylere İlişkin Bilgiler

Uygulama Haftası	Deney Adı
1. Hafta	Ön Testler
2. Hafta	En Uzun Kule (Isınma Etkinliği)
3. Hafta	Kırılmayan Yumurta (Isınma Etkinliği)
4. Hafta	Elektrostatik-1
5. Hafta	Elektrostatik-2
6. Hafta	OHM Kanunu
7. Hafta	Dirençler
8. Hafta	Pillerin Seri ve Paralel Bağlanması
9. Hafta	Kondansatörler
10. Hafta	Üzerinden Akım Geçen Telin Oluşturduğu Manyetik Alan
11. Hafta	Elektromanyetik İndüksiyon
12. Hafta	Son Testler

Tasarlanan deneyler, içerik bakımından uygunluğunu incelemek üzere 3 uzmanın görüşüne sunulmuştur. Uzman tarafından deney ve kontrol gruplarında uygulama süreçlerinin şekillendirilmesi için bazı öneriler getirilmiştir. Bu öneriler aşağıdaki gibidir:

- Deneylerin başlangıcında öğretmen adaylarının süreçle ilgili belirli bir çözüm yoluna yönelmelerini engellemek amacıyla deneylere konulması planlanan

görsellerin sayısı azaltılmalıdır. Bu sayede öğretmen adaylarının özellikle deney grubunda sınırlandırılmasının önüne geçilebilecektir.

- Deneylerin çalışma yaprakları hazırlandıktan sonra gruptaki uygulama aşamaları mutlaka benzer bir grup ile denenmelidir. Bu denemeler yoluyla deneylerin uygulanabilirliğini teyit etmek önemli olacaktır.
- Öğretmen adaylarının ısınma etkinliklerinde beklenen performansı gösterememeleri ve deneylerde başarısız olmaları durumunda deneyler öncesinde bu etkinliklerin sayısı arttırılabilir.

Uzmanlar tarafından getirilen öneriler araştırmacı tarafından sonraki aşamaları şekillendirmek üzere kaydedilmiştir. Isınma etkinlikleri, dersin içeriğinin dışında olan, ancak öğretmen adaylarının laboratuvar ortamına ve çalışma gruplarına alışmalarını, deneylerde kullanacakları uygulama formatlarını tanımaları amacıyla tasarlanmıştır. Bu etkinlikler ile öğretmen adaylarının nasıl bir öğrenme süreci izleyeceklerini deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Böylece deneylerin uygulanması aşamasında öğretmen adaylarının deney konularının dışındaki dış etmenlerden daha az etkilenecekleri düşünülmüştür. Deneylerin konuları kapsama anlamında yeterli görülmesinin ardından çalışma yapraklarının hazırlanması aşamasına geçilmiştir.

3.4.1.2. Çalışma Yapraklarının Hazırlanması

Ders kapsamında kullanılacak olan deneylerin belirlenmesinin ardından bir diğer konu deneylere ait çalışma yapraklarıdır. Çünkü çalışma yaprakları hem deneylerin doğru ve düzenli şekilde uygulanabilmesini hem de bu deneyler yoluyla sağlıklı veriler toplanabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca çalışma yaprağının sunacağı düzen, deneylerin her aşamasının hangi amaçla uygulandığının öğretici tarafından da iyi anlaşılması açısından önemlidir.

Araştırma kapsamında yapılan deneylerin “Rehberli sorgulama” (deney grubuna) ve “Doğrulayıcı” (kontrol grubuna) deneyler olarak 2 ayrı şekilde uygulanması sebebiyle deney çalışma yaprakları da bu yöntemlere uygun şekilde hazırlanmıştır. Rehberli sorgulamanın amacı ders ile ilgili içeriklerin doğrulayıcı deneylere göre daha etkili ve aktif bir şekilde öğretilmesini sağlamaktır. Dolayısıyla uygulama sürecinin önemli kısımlarından birini deneyleri öğrencilerin daha istekli bir pencereden bakmalarını sağlayacak farklı bir deney formatına uyarlamak oluşturmaktadır. Bu

sebeple gerek ders notlarında gerek kitaplarda gerekse diğer bilimsel çalışmalarda kullanılan deney formatları incelenmiştir. Özellikle rehberli sorgulama yapılan gruplardaki deney yapraklarının büyük bölümünün sadece soru-cevap tarzında olduğu görülmüş ve deney aşamasına geçildiğinde öğrencilerin yapılan uygulamalarla teorik bilgileri ilişkilendirmede zorluklar çekebileceği düşünülmüştür. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde ise öğrencilerin teorik bilgilerini hem ortaya koyabilecekleri hem de bu bilgilerini test edebilecekleri uygulamalar gerekmektedir. Bu sebeple araştırmada kullanılacak deney formatında bu noktalara dikkat edilmiş ve araştırmacı tarafından hem rehberli sorgulama grubunda hem de doğrulayıcı deney grubunda deneylerin planlandığı gibi düzenli yürütmesini sağlayacak bir deney formatı oluşturulmuştur. Bu deney formatında doğrulayıcı deneylerde tüm aşamalar yapılandırılmış şekilde verilmiştir. Rehberli sorgulama grubunda yürütülen deneylerin ise literatürdeki çalışmalarda görülen eksiklikleri de giderecek şekilde olmaları amacıyla çalışma yapraklarına öğrencilerin dönütlerinin alındığı ve süreci yönlendirebildikleri bölümler eklenmiştir. Deneyin genel formatı 3 bölüm altında toplanmıştır. Bu bölümlerin deney ve kontrol gruplarının çalışma yapraklarında nasıl şekillendiği Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5
Deney çalışma yapraklarının içerdiği bölümler

	Deney Grubu (Rehberli Sorgulama)	Kontrol Grubu (Doğrulayıcı)
Bölüm 1	Sorular Bölümü Bu bölümde öğretmen adaylarından konu ile ilgili örnek bir olay içeren soruya/sorulara kısa bir cevap vermesi beklenir. Konuya bir giriş yapmak ve kısa bir tartışma sorusu ile dikkatlerini çekmek hedeflenmiştir.	
Bölüm 2	Ön Deney Bölümü Kısa sürede uygulanabilecek bir deneysel uygulama yapmaları istenir. Yaptıkları uygulamaya dair gözlemler yapmaları ve durumu yorumlamaları istenir. Sonraki aşamalarda kullanılacak olan malzemelere dair pratik yapmaları sağlanır.	Ön Deney Bölümü Kısa süreli bir deneysel uygulama yapılır. Deney grubundan farklı olarak burada yorumlamaktan çok verilen adımları uygulayarak deney malzemelerine dair pratik yapmaları sağlanır.
Bölüm 3	Görev Bölümü Bu bölümde öğretmen adaylarına bir görev verilir. Görevleri verilen problem durumuna çözüm üretmektir. Bu işlemi ise ellerindeki malzemeleri kullanarak yapmaları beklenmektedir. Öğretmen adaylarının kendi yöntemleri ile çözüm yolunu bulmaları ve sunmaları beklenir.	Deney Bölümü Bu bölümde bir görev veya problem durumu verilmez. Deney grubunun çözüm olarak yapabileceği denemeleri burada adım adım uygulayarak gerçekleştirmeleri ve gerekli veri toplama işlemlerini yapmaları sağlanır. Ardından elde ettikleri sonuçları incelemeleri ve karşılaştırmaları sağlanır.

Deneylere ait çalışma yaprakları, yukarıda verilen özelliklerine göre gruplar için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Çalışma yaprakları hazırlanırken öğretmen adayları üzerinde öğretim sürecinin kendi etkisi dışında bir dış etki oluşmaması için bazı tedbirler alınmıştır. Bu tedbirler kapsamında çalışma yapraklarında deney ve kontrol grupları arasında önemli farklar oluşturacak görsel değişikliklere yer verilmemiş, çalışma yapraklarının sade bir şekilde tasarlanmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca çalışma yapraklarının bölümleri de birbirinin aynısı gibi tasarlanmış, sadece cümle yapıları ile sürecin farklı olması sağlanmıştır. Bu şekilde öğretim yöntemi dışında bir etki oluşmaması sağlanmıştır.

3.4.2. Pilot Uygulamanın Yapılması

Çalışma yapraklarının tasarlanmasının ardından deneylerin hazırlanan çalışma yaprakları ile uygulanabilirliğinin test edilmesi aşamasına geçilmiştir. Öncelikle, deneylerin tamamı araştırmacı tarafından uygulanarak öngörülen malzemeler ile sağlıklı bir şekilde yürütülebildikleri teyit edilmiştir. Ardından tüm deneyler için gereken malzemeler hazırlanarak bir pilot uygulama ortamı hazırlanmıştır. Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan ve veri toplama araçlarının deneme çalışmalarında da yer alan 15 kişilik öğretmen adayı grubu ile bir pilot çalışma yürütülmüştür. Katılımcı olan 15 kişi 2, 3 ve 4. sınıflarda öğrenim görmekte olan ve ilgili dersi daha önce başarıyla geçmiş olan öğrencilerdir. Pilot uygulama aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilmiştir:

- Pilot uygulamalar toplam 7 gün sürmüştür. Bu süreçte hem sorgulamaya dayalı çalışma yaprakları ile hem de doğrulayıcı çalışma yaprakları ile uygulamalar yapılmıştır.
- Katılımcılara öncelikle ne gibi bir uygulama yapacakları ve hangi konular üzerine çalışacaklarına dair bir bilgilendirme yapılmıştır.
- Uygulamanın ilk aşamasında, katılımcılara sorgulamaya dayalı çalışma yaprakları verilerek deneyler sırayla yapılmıştır.
- Deneylerin yapılması sırasında öğretmen adayları herhangi bir süre kısıtlamasına maruz bırakılmamış ve aşamalar tamamlandıkça ilerleme yapılmıştır. Bu şekilde deneylerin her birisinin ne kadar sürecekleri de hesaplanmaya çalışılmıştır.

- Uygulamalar yürütülürken araştırmacı katılımcılara rehberlik etmenin yanı sıra, karşılaştığı önemli durumlar ile ilgili notlar almıştır. Ayrıca katılımcıların sordukları sorular ve bölümlerin tamamlanma süreleri ile ilgili de notlar almıştır.
- Öğretmen adaylarının deneyleri uygulama durumlarına göre günde 2 deney yapılabilmiştir. Bu şekilde toplam 4 gün içerisinde deney grubuna yönelik hazırlanan deney süreçleri tamamlanmıştır.
- Kalan 3 günde ise doğrulayıcı formatta hazırlanan çalışma yaprakları ile aynı deneyler yapılmıştır. Öğretmen adayları bu deneyleri daha hızlı şekilde yürüttükleri için ilk 2 gün 3 deney, 3. gün ise 2 deney yapılmıştır. Araştırmacı süreci öncekinde olduğu gibi notlar alarak yürütmüştür.

Pilot çalışmanın yapılmasının ardından çalışma yapraklarının yeniden gözden geçirilmesi için araştırmacı aldığı notlar ile birlikte öğretmen adaylarının doldurdukları çalışma yapraklarını incelemiştir. Alınan notlara bakıldığında, öğretmen adaylarının bazı bölümlerin uygulamasında uzun zaman harcadıklarını belirttikleri görülmüştür. Araştırmacının aldığı notlarda da özellikle görev bölümünde deneyin tasarlanmasında benzer durumlara yer verdiği görülmüştür. Ayrıca aynı bölümde öğretmen adaylarının ölçmeler konusunda sorunlar yaşayabildikleri ve ölçü aletlerini kullanma konusunda sorunlar yaşayabildikleri görülmüştür. Bu sebeple asıl uygulamalar esnasında bu aşamalarda öğretmen adayları ile özellikle ilgilenilmesi gerektiği öne çıkmıştır.

3.4.3. Asıl Uygulamanın Yapılması

Pilot çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda çalışma yaprakları yeniden düzenlenerek deneylerin tamamı hazır hale getirilmiştir. Deneylerin ve önceden hazırlanmış bulunan veri toplama araçlarının tamamı araştırmada yer alacak öğretmen adayları için çoğaltılarak hazırlanmıştır. Asıl uygulamaların yürütüldüğü Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi, akademik yarıyıl süresi olan 14 haftalık bir süreci kapsamaktadır. Bu doğrultuda bir çalışma takvimi çıkarılmıştır. Bu takvim kapsamında asıl uygulamalarda aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir:

- Öğrencilerin birisi vize diğeri final haftası olmak üzere 2 hafta ders yapılamayan haftaları bulunduğundan uygulamalar toplamda 12 haftalık bir

sürece yayılmıştır. Bu sürecin ise ilk ve son haftaları ön ve son testlere ayrılmıştır.

- Ders saati bir grup için haftada 2 ders saati olarak sunulmaktadır. Bu sebeple deney grubu için 2, kontrol grubu için 2 saat ders süreleri ayrılmıştır.
- Deney ve kontrol grupları, dersler dışındaki süreçlerde de birbirleri ile görüşmekte oldukları için ders içerikleri ve deneyler konusunda birbirlerini ders aralarında bilgilendirebilmektedirler. Bu sebeple iki grubun da dersleri aynı gün peş peşe olacak şekilde programlanmıştır.
- Deney grubundaki uygulamalar doğrulayıcı formatta olmadığı için ders öncesinde deney grubunda dışardan oluşabilecek ön bilgilendirmeler uygulamalar üzerine daha fazla etki yapabilirler. Bu sebeple deney grubunu bu etkiden kurtarmak amacıyla ilk ders grubu olarak deney grubu belirlenmiştir. Deney grubunun dersinin hemen ardından kontrol grubunun dersleri başlatılmıştır.
- Çalışma yapraklarının içeriklerinin ve tasarımının birbirine çok yakın şekilde tasarlanması, öğretmen adaylarının uygulama farklılığını hissederek gruplar arası bir bilgi alışverişi yapmalarını önlemiştir.
- Yapılan ilk derste her iki grupta da ön testlerin uygulaması yapılmıştır. Özellikle kavramsal anlama testinin uygulanması nispeten uzun sürdüğü için ön testlerin uygulaması ders saati içerisinde yapılmıştır. Böylece öğretmen adaylarının cevaplarını daha detaylı şekilde yazabilmelerine fırsat tanınmıştır.
- Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanış biçimlerini kavrayabilmeleri için 2 ve 3. haftalarda “Isınma Etkinlikleri” olarak tasarlanan iki etkinlik uygulanmıştır. Etkinlikler deney ve kontrol gruplarına uygulanacak olan formatta ayrı ayrı hazırlanmış ve yürütülmüştür. Araştırmacı tarafından her iki gruba da uygulama adımları detaylı şekilde anlatılmıştır. Isınma etkinliklerinin her ikisinde de öğretmen adayları çalışma adımlarını kavrayarak öngörülen sürelerde etkinlikleri tamamlayabilmişlerdir. Isınma etkinliklerinde öğretmen adaylarının uygulama sürecini yürütebildikleri görüldüğünden 3. bir ısınma etkinliğine gerek olmadığına karar verilerek dersin deneylerine geçilmiştir.
- Elektrik ve Manyetizma deneylerine başlanan ilk haftadan itibaren, deney ve kontrol gruplarında uygulama farklılıkları başlamıştır. Bu farklılıklar,

sorgulamaya dayalı deneylerin araştırmacıya yüklediği rollerden ve doğrulamaya dayalı deneylerin araştırmacıya yüklediği rollerden kaynaklıdır. Araştırmacı her iki grupta da o grubun gerektirdiği ders yürütme biçimini uygulamıştır. Deney ve kontrol gruplarında yürütölen uygulamaların karşılaştırılması Tablo 6’da maddeler halinde belirtilmiştir.



Tablo 6
Deney ve Kontrol Gruplarında Yürütülen Derslerdeki Uygulamaların Karşılaştırılması

Deney Grubu	Kontrol Grubu
1	Dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür.
2	Deney malzemeleri önceden getirilerek sınıfta hazır bulundurulmuştur.
3	Öğrencilere deneyleri yapmak için ders süresi kadar zamanları olduğu, istedikleri kadarını kullanabilecekleri belirtilmiştir.
4	Sorgulamaya dayalı çalışma yaprakları kullanılmıştır.
5	Doğrulayıcı çalışma yaprakları kullanılmıştır.
6	Araştırmacı merkezli ve deneylerin her aşamasını teyit ederek ilerleyen bir öğretim olmuştur.
7	Araştırmacı derslerde rehber konumunda olmuştur. Gruplar çalışma yapraklarına göre ilerlerken öğretmen yalnızca çalışma yapraklarında belirtilen noktalarda devreye girmiştir. Onun dışındaki durumlarda gruplara müdahale etmeden ilerleme aşamalarını gözlemlemiştir.
8	Tüm deneylerde uygulamalar adım adım çalışma yaprağında yer almaktadır. Öğretmen adaylarından bu adımları sağlıklı şekilde uygulayarak sonuçları bulmaları beklenmiştir.
9	Öğrencilerin yardım istedikleri noktalarda onlara doğrudan bilgi verilmemiş, çalışma yaprağının sunduğu esneklik ölçüsünde istedikleri yöntemi deneyebilecekleri belirtilmiştir.
10	Öğrencilerin yardım istedikleri noktalarda çalışma yaprağındaki adımları takip etmeleri, buradaki ifadelerin deneyi gerçekleştirebilmek için yeterli olduğu belirtilmiştir.
11	Deney malzemeleri konusunda esnek oldukları için bir malzeme masası oluşturularak malzemeleri oradan almaları sağlanmıştır.
12	Deney malzemeleri deney öncesinde masalarına hazır olarak bırakılmıştır.

- Uygulamalar, her iki grupta da belirtilen sınırlar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sırasında her iki grupta da öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine ilişkin gözlemler yapılmıştır. Deney grubunda öğretmen adayları birbirleri arasında konuşarak çalışırken ortaya attıkları fikirler de takip edilerek becerilerini kullanma durumlar belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca araştırmacıdan yardım istedikleri noktalar da önemli belirleyiciler olmuştur. Araştırmacı bu noktalarda kısa notlar almıştır. Kontrol grubunda ise uygulama adımlarının ilerleme durumları izlenerek becerileri hangi oranda kullandıkları, kimlerinde becerileri daha fazla işe koştugu belirlenmeye çalışılmıştır.
- Uygulamaların tamamlanmasının ardından son hafta son testlerin uygulaması yapılmıştır. Öğretmen adaylarına tıpkı ön testlerde olduğu gibi aynı ders süresi verilerek cevaplamaları istenmiştir.
- Son testlerin uygulanmasının ardından veriler doğrultusunda görüşmelerin yapılacağı öğretmen adayları tespit edilerek görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

3.5. Veri Çözümleme Teknikleri

Öğretmen adaylarındaki değişimlerin incelenmesi amacıyla toplanan veriler farklı şekillerde analiz edilmişlerdir. Bu bölümde her bir değişken için toplanan verilerin nasıl bir analiz sürecine tabi tutulduğu detaylı şekilde sunulmuştur.

3.5.1. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliliğine İlişkin Analizler

Bu değişkene ilişkin değişimleri belirlemek amacıyla nicel veri toplama boyutunda “Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği” öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler IBM SPSS 22.0 paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Yapılacak olan çıkarımsal istatistiklerin belirlenmesi ve varsayımlarının kontrol edilmesi amacıyla verilere öncelikle betimsel istatistikler uygulanmıştır. Betimsel istatistikler yoluyla aritmetik ortalama, standart sapma, basıklık-çarpıklık katsayısı ve minimum-maksimum değerler kontrol edilmiştir. Betimsel istatistiklerin ardından deney ve kontrol gruplarına ait ön test puanlarına

bağımsız gruplar t-testi uygulanarak grupların uygulamalar öncesindeki durumları karşılaştırılmıştır. Gruplara ait ön testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sebeple gruplara ait son test puanlarının incelenmesinde ön testlerin etkisinin ortadan kaldırılması amacıyla tek yönlü kovaryans analizi olan ANCOVA uygulanmış, ortak değişken olarak ise ön test puanları belirlenmiştir. ANCOVA, ön test-son test kontrol gruplu çalışmalarda sıkça tercih edilmektedir. ANCOVA' nın ön testlerden kaynaklanan etkileri de dikkate alıyor olması onu özellikle küçük çalışma gruplarında daha kullanışlı hale getirmektedir (Pallant, 2010, s. 298). Tek yönlü ANCOVA' nın verdiği sonuçların doğruluğu için birtakım varsayımların sağlanması gerekmektedir (Pallant, 2010). Bu varsayımlar şunlardır:

- Gruplarda yapılan gözlemler rasgele ve birbirinden bağımsız olarak yapılmalıdır.
- Ortak değişkene ilişkin ölçümler deneysel uygulamalar öncesinde yapılmalıdır.
- Ortak değişkene ilişkin ölçümler güvenilir olmalıdır. Ölçek ya da anket ile yapılan ölçümlerde hesaplanacak Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.70'nin üzerinde olmalıdır.
- Bağımlı değişkene ait puanlar her iki grupta da normal dağılım göstermelidir.
- Grupların her birisinin bağımlı değişkene ait puanlarının varyansları eşit olmalıdır.
- Bağımlı değişken ve ortak değişken arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır.
- Grupların regresyon doğrularının eğimleri homojen olmalıdır.

ANCOVA'nın varsayımlarının test edilmesine ilişkin işlemlere bulgular başlığı altında sırasıyla yer verilmiştir.

Nitel boyutunda ise öğretmen adaylarından 8'i ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelere ait verilerden faydalanılmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alındığından analizler öncesinde bu kayıtların yazılı metinler haline dönüştürülme işlemleri yapılmıştır. Araştırmacı öncelikle bu kayıtları birebir olarak metinler haline getirmiştir. Ardından bu metinler okunarak içlerinde anlamsız ve cümlelerden kopuk olarak yer alan kelimeler çıkartılmıştır. Geriye anlamlı ve birbirleri ile bağlantılı

cümlelerin kalması sağlanmıştır. Bu işlemlerin tamamlanmasının ardından verilen cevaplara betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analizin ana temalarını “Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği” nde yer alan alt boyutlar oluşturmuştur. Bu ana temalar çerçevesinde öğretmen adaylarının vermiş oldukları ifadeler ilgili temaların altına kodlar halinde yazılmıştır. Yazılan kodlar, ikinci bir araştırmacı tarafından yeniden incelenerek uygun temalara yeniden yerleştirilmiştir. İki araştırmacının kodları yerleştirdikleri temalar karşılaştırıldığında kodların tamamının aynı temalara yerleştirildikleri görülmüştür. Kodların yazımında ise herhangi bir kısaltmaya gitmeksizin katılımcıların ifadeleri yer aldığı için araştırmacılar kod ifadelerinde bir değişiklik yapmamışlardır. Görüşmelerden elde edilen bulgular, nicel bulguların sunulduğu başlıkların içerisinde nicel bulgular ile karşılaştırmalı bir şekilde sunulmuştur.

3.5.2. Kavramsal Anlamaya İlişkin Analizler

“Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlamalarda meydana gelen değişimlerin incelenmesi, araştırmacı tarafından hazırlanan test ile yapılmıştır. Bu test ise nicel ve nitel olarak iki şekilde incelenmiştir. Her iki analizin de başlangıç aşaması olarak öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar her bir soru için “Bilimsel olarak kabul edilebilir”, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kabul edilemez” şeklinde kategorize edilmiştir. Kategorize işleminin yapılabilmesi için analizler öncesinde kavramsal anlama testinin içerdiği soruların her birisine dair bilimsel açıklamaları içeren bir “Kavramsal Anlama Testi (KAT) Cevap Anahtarı” hazırlanmıştır. Hazırlanan cevap anahtarı doğrultusunda teste verilen cevaplar kategorize edilerek bu kategoriler altında tablolaştırılmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilirlik durumlarının belirlenmesinde ise Tablo 7’deki kriterler uygulanmıştır.

Tablo 7
KAT'a Verilen Cevapları Çözümleme Kriterleri

Kategori	Kategoriye dâhil olan durumlar
<u>Bilimsel olarak kabul edilebilir</u>	-Cevap anahtarında yer alan bilimsel açıklamanın yapılması.
<u>Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir</u>	-Problem durumuna çözüm olacak birden fazla müdahaleden bir kısmının ifade edilmesi -Kavram veya gerçekleşen olaydan yalnızca bir kısmının doğru ifade edilmesi -Gerçekleşen olayın sebebi açıklanmadan belirtilmesi -Cevabı oluşturacak olan durumun ya da ilişkinin belirtilmesine karşın yönünün belirtilmemesi -Gerçekleşen olayın ilgili kavramı kullanmadan dolaylı anlatılması
<u>Bilimsel olarak kabul edilemez</u>	-Yanlış çözüm yolları belirtilmesi -Yanlış kavramın kullanılması ve gerçekleşen olayın yanlış ifade edilmesi -Gerçekleşen olayın ve sebebinin yanlış açıklanması -Sorunun anlaşılmaması sonucu ilgisiz açıklamalar yazılması

Kategorize etme işlemlerinin ardından analizler için gerekli aşamaların izlenmesine geçilmiştir.

Analiz boyutunda öğretmen adaylarının sorulara vermiş oldukları cevapların her birisi ilgili kategori altında kodlanmıştır. Cevaplarda aynı cevabı veren ve aynı kod altında yer alan öğretmen adaylarını belirten frekans ve yüzde değerleri gibi nicelikler de yazılmıştır. Kodlamaya ilişkin örnek bir tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 8
KAT Cevaplarına İlişkin Örnek Kodlama

Bilimsel olarak kabul edilebilir	f	%
Telin kalınlığını azaltırım.	3	10,7
Teli incelterek direnci artırırım.	1	3,5
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		
Telin boyunu veya kalınlığını artırırım.	2	7
Telin direncini artırırım.	2	7
Farklı bir ısıtıcı tel kullanırım.	2	7
Bilimsel olarak kabul edilemez		
Isıyı daha iyi yayabilen bir tel ile değiştiririm	2	7

Her bir soruya ilişkin hem deney hem de kontrol grubu için ilgili tablolar oluşturulmuştur. Tabloların tamamlanmasının ardından ön ve son testlere ilişkin değerler ve verilen cevaplardan yola çıkarak öğretmen adaylarının kavramsal anlama durumları incelenerek ilgili bölümde sunulmuştur.

Ölçmenin güvenirliği söz konusu olduğunda yapılan ölçmenin kararlı ve tutarlı olması gerekir (Şeker & Gençdoğan, 2014, s. 40). Bu doğrultuda analiz sonuçlarının kararlılığının sağlanması için veriler 1 aylık sürenin ardından araştırmacı tarafından yeniden analiz edilmiştir. Analiz sonucunda verilere ilişkin kategorize işlemine ve buna bağlı nicel puanlar aynen korunmuştur. Buna ek olarak bir fen eğitimcisi alan uzmanı tarafından aynı analiz süreci gerçekleştirilmiş ve araştırmacı ile alan uzmanının oluşturduğu kodlar karşılaştırılmıştır. Araştırmacıların analiz sonuçları Miles & Huberman (1994)'ün Uzlaşma Yüzdesi $(P) = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})} \times 100$ formülü yoluyla hesaplanmıştır. Uzlaşma yüzdesi $(P = \%94)$ araştırmacılar arasında büyük oranda görüş birliğine varıldığını göstermiştir. Bu doğrultuda kodlar üzerinde ikinci araştırmacının önerileri doğrultusunda gerekli görülen bazı değişiklikler yapılarak son halleri verilmiştir.

3.5.3. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Analizler

Bilimsel süreç becerilerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulan gözlem formu, öğretmen adaylarına öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Ayrıca uygulamalarda becerilere ilişkin notlar alınmış, ders sonrasında bu notlara gerekli görülen eklemeler de yapılmıştır.

Analizlerin nicel boyutunda öğretmen adaylarının oluşturdıkları çalışma gruplarına verilen “0 = zayıf düzeyde”, “1 = orta düzeyde”, “2 = iyi düzeyde” şeklinde kategorize edilmiş puanlamalardan faydalanılmıştır. Verilen bu puanlar doğrultusunda tüm çalışma gruplarının bilimsel süreç becerileri formundan aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Ön ve son testlere ait puanlara Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Nicel analizlerin tamamlanmasının ardından bilimsel süreç becerilerinin öntest-sontest düzeyinde değişimlerinin detaylı incelenmesi için araştırmacının gözlem formları ile birlikte aldığı notlar nitel olarak çözümlenmiştir. Bilimsel süreç becerilerindeki değişimlerin daha iyi anlaşılacağı düşünüldüğünden ve alınan notlar araştırmacının gözlemlerini doğrudan yansıtan kısa notlar olduğundan notlar herhangi bir sadeleştirme yapılmadan doğrudan sunulmuştur. Notlardan elde edilen nitel bulgular da nicel bulgular ile birlikte ilgili bölümde sunulmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Bulgular

4.1.1 Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Nicel Bulgular

Öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi için toplanan veriler tek yönlü ANCOVA analizine tabi tutulmuştur. Bu analizin gerçekleştirilmesinden önce, “veri çözümleme teknikleri” bölümünde de değinilen ANCOVA varsayımlarının test edilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde öncelikle bu varsayımların test edilmesine ilişkin işlemlere, sonrasında ise ANCOVA analizinden elde edilen bulgulara yer verilecektir.

I. Tek yönlü ANCOVA analizine ilişkin varsayımların test edilmesi

a. Gruplarda yapılan gözlemler rasgele ve birbirinden bağımsız olarak yapılmalıdır.

Bu varsayım, araştırmanın planlanması aşamasında araştırmacı tarafından dikkate alınması gereken hususlardan birisidir. Bu varsayımı sağlamak amacıyla gerek ön gerekse son testlerin uygulanmasına yönelik gerekli planlamalar yapılarak her iki gruptan da aynı şartlar altında veri toplanması ve grupların birbirinden etkilenmemesi sağlanmıştır. Deneysel uygulamalar sürecinde ise yine grupların birbirinden etkilenmemeleri için deneyler ve süreleri konusunda gerekli hassasiyet gösterilmiş, bir gruptaki katılımcının diğer gruptaki çalışmalara katılmamasına özen gösterilmiştir. Bu şekilde bu varsayımın sağlandığı söylenebilir.

b. Ortak değişkene ilişkin ölçümler deneysel uygulamalar öncesinde yapılmalıdır

Ortak değişkenin uygulama sürecinde etkilenmemesi gerekmektedir. Bu sebeple ortak değişkene ilişkin ölçümlerin deneysel uygulamalar öncesinde yapılması gerekir. Bu varsayım, araştırmacının araştırma sürecini planlaması aşamasında dikkate alınmış ve veri toplama işlemi bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla bu varsayım sağlanmıştır.

c. Ortak değişkene ilişkin ölçümler güvenilir olmalıdır.

Kullanılan ölçme araçlarının güvenilir olması hem analizden elde edilecek bulguların doğruluğu hem de araştırmaya ilişkin elde edilecek sonuçların doğruluğu noktasında oldukça önemlidir. Bu varsayımın karşılanması amacıyla çalışmada kullanılan “Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği (SDFÖÖ)” nin ön ve son test uygulamalarına ilişkin Cronbach Alpha değerleri hesaplanmıştır. Tablo 9 elde edilen Cronbach Alpha güvenirlik katsayılarını göstermektedir.

Tablo 9

Deney ve Kontrol Gruplarının SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Cronbach Alpha Değerleri

Değişken	Grup	Cronbach Alpha (α)
SDFÖÖ-Öntest	Deney	.92
	Kontrol	.96
SDFÖÖ-Sontest	Deney	.94
	Kontrol	.96

Tablo 9 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının gerek öntest gerekse sontest puanlarına ilişkin Cronbach Alpha güvenirlik katsayılarının .92 ile .96 aralığında değiştiği görülmektedir. Yapılan ölçümlerin güvenilir kabul edilmesi için Cronbach Alpha değerinin .70’in üzerinde olması beklenir (DeVellis R. F., 2003). Bu bakımdan elde edilen verilerin yüksek derecede güvenilir olduğunu söylemek mümkündür.

Dolayısıyla ortak değişken olan öntest puanlarının güvenilir olması varsayımının sağlandığı görülmektedir.

d. Bağımlı değişkene ait puanlar her iki grupta da normal dağılım göstermelidir.

Puanların normal dağılımlarının test edilmesinin yollarından birisi puanlara ait çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayılarının incelenmesidir. Tablo 10, verilere ilişkin betimsel istatistikleri göstermektedir.

Tablo 10
Deney ve Kontrol Gruplarının SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin
Betimleyici İstatistikler

Değişken	N	$\bar{x}$	SS	ÇK	BK	Min	Max
SDFÖÖ-Öntest							
Deney	32	249.84	18.553	0.233	-0.886	222	287
Kontrol	28	230.68	33.198	0.064	-0.544	167	296
SDFÖÖ-Sontest							
Deney	32	244.50	22.645	-0.722	0.111	191	277
Kontrol	28	240.36	31.206	-0.648	0.315	158	291

Verilerin normalliğine ilişkin varsayım için çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 arasında olmasının yeterli olduğu belirtilmektedir (George & Mallery, 2003). Elde edilen betimsel istatistiklerde çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 aralığında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla verilerin normalliğine ilişkin varsayım karşılanmıştır.

e. Grupların her birisinin bağımlı değişkene ait puanlarının varyansları eşit olmalıdır.

Grupların bağımlı değişken olan son testten aldıkları puanların varyanslarının eşitliği Levene testi ile incelenmiştir. Testten elde edilen “p” değerinin .05 değerinden büyük olması durumunda puanların varyanslarının eşit olduğu kabul edilmektedir. Verilere uygulanan Levene testinde elde edilen p değeri “p=.106” olarak ($p>.05$)

bulunmuştur. Dolayısıyla bu varsayımın karşılandığı kabul edilmiştir. Tablo 11 Levene testine ilişkin sonuçları göstermektedir.

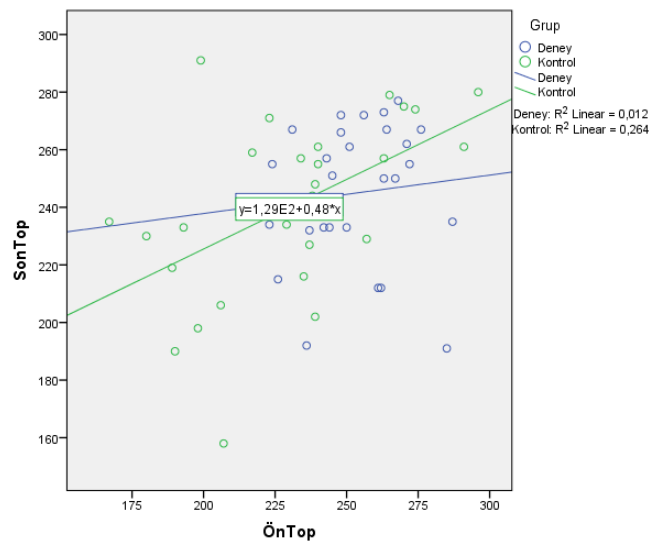
Tablo 11
SDFÖÖ-Sontest Puanlarına İlişkin Levene Testi Sonuçları

	F	df1	df2	p
SDFÖÖ-Sontest	2.703	1	58	.106

f. Bağımlı değişken ve ortak değişken arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır.

Bağımlı değişken ile ortak değişken arasında doğrusal bir ilişki bulunup bulunmadığını test etmenin yollarından birisi saçılma diyagramından yararlanmaktır (Pallant, 2010). Bağımlı değişken olan son test ve ortak değişken olan ön test puanları saçılma diyagramı yardımıyla incelenmiş ve iki değişken arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla bu varsayımın karşılandığı görülmüştür. Şekil 2 öntest ve sontest puanlarına ilişkin saçılma diyagramını göstermektedir.

Şekil 2
SDFÖÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Saçılma Diyagramı



g. Grupların regresyon doğrularının eğimleri homojen olmalıdır.

Grupların regresyon doğrularının eğimlerinin incelenmesinin yollarından birisi bir önceki varsayımda yer alan saçılma diyagramında iki değişkenin eğimlerinin incelenmesidir. Eğer iki değişkenin grafikteki doğruları benzer eğimler gösteriyorsa bu varsayım karşılanıyor demektir. Bununla birlikte, eğimlerin homojenliğinin istatistiksel olarak incelenmesi de mümkündür (Pallant, 2010). Varsayımın kontrolü için saçılma diyagramına bakıldığında eğimlerin benzer olduğu görülmektedir. İkinci bir kontrol yolu olarak istatistiksel test işlemi de uygulanmıştır. Bu işlem için uygulanan ANOVA analizine ilişkin sonuçlar Tablo 12 de sunulmuştur.

Tablo 12
Grup-SDFÖÖ-Öntest Ortak Etki Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	878.194	1	878.194	1.403	.241
SDFÖÖ-Öntest	2983.587	1	2983.587	4.766	.033
Grup*SDFÖÖ-Öntest	960.559	1	960.559	1.534	.221
Hata	35056.035	56	626.001		
Toplam	3572760.000	60			

Tablo 12 incelendiğinde, grup*SDFÖÖ-Öntest ortak etkisine ilişkin p değerinin .221 ($p > .05$) olduğu görülmektedir. Bu durum, ortak etkinin anlamsız olduğunu, yani grupların regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu desteklemektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak bu varsayımın karşılandığı görülmektedir.

II. Tek Yönlü ANCOVA Analizinin Yapılması

ANCOVA analizine ilişkin tüm varsayımların sağlanmasının ardından ANCOVA analizine geçilmiştir. ANCOVA analizinde ortaya çıkan düzeltilmiş aritmetik ortalamalar ve analiz öncesi elde edilen ortalamalar Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13
SDFÖÖ-Sontest ve Düzeltilmiş SDFÖÖ-Sontest Puanlarının Aritmetik
Ortalama ve Standart Hata Değerleri

Grup	N	SDFÖÖ-Sontest		SDFÖÖ-Sontest (Düzeltilmiş)	
		$\bar{x}$	SS	$\bar{x}$	SS
Deney	32	244.50	22.645	241.005	4.582
Kontrol	28	240.36	31.206	244.351	4.919

Tablo 13, deney grubunun düzeltilmiş son test puan ortalamasının ($\bar{x}$ =241.005) kontrol grubunun ortalamasından ($\bar{x}$ =244.351) düşük olduğunu göstermektedir. Bu değerlere bakıldığında son test puanlarının kontrol grubunun lehine yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Gruplar arasındaki bu farkın anlamlılığına ilişkin sonuçlar ise Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14
SDFÖÖ-Sontest Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
SDFÖÖ-Öntest	6171.834	1	6171.834	9.768	.003	.146
Grup	147.173	1	147.173	.233	.631	.004
Hata	36016.594	57	631.870			
Toplam	3572760	60				

Tablo 14 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının SDFÖÖ düzeltilmiş son test puanlarının ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı ($p=.631$, $p>.05$) görülmektedir. Bu sonuca göre sorgulamaya dayalı Fizik deneyleri yürütülerek öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile geleneksel doğrulayıcı deneyler yürütülerek öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında uygulamalar sonrasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da son test puanlarının kontrol grubunun lehine yüksek çıktığı belirlenmiştir.

4.1.2. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine İlişkin Nitel Bulgular

Belirlenen öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler betimsel analize tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerine ilişkin ifadeleri kodlar halinde yazılmıştır. Nicel bulguların elde edilmesinde kullanılan ölçekte yer alan alt boyutlar (fırsat, rehberlik, kanıt, açıklama) ise analizin temalarını oluşturmuştur. Belirlenen kodlar temaların altına yazılarak Tablo 15’te sunulmuştur.



Tablo 15
SDFÖÖ Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere İlişkin Bulgular

Temalar	Kodlar	
	Deney	Kontrol
Fırsat	Derste konuyu her öğrencinin kavrayabilmesine fırsat veririm (K1) Dersler her zaman öğrencilerin soruları üzerinden ilerler (K1) Araştırma yapmalarına fırsat veririm (K1, K2) Öğrencilerin öğrendiklerini grup arkadaşlarına aktarmalarını sağlarım (K2)	Tüm öğrencilerin derste aktif olabilmelerine fırsat veririm (K5) Tüm öğrencilerin aynı deneyimleri yaşayabilmeleri için sorular sorarak aktif olmalarını sağlarım (K6) Öğrencilerimin deneye ilişkin ön hazırlıkları önceden yapmasını beklerim (K7) Öğrencilerin gruplar halinde çalışmalarını ve öğrendiklerini paylaşımlarını sağlarım (K7)
Rehberlik	Öğrencilerin araştırma yapmaları için deney ortamlarını oluştururum (K1, K3) Öğrencilerimin deneylerde zorlandıkları yerlerde benimle iletişimde olmalarını sağlarım (K2) <i>Öğrencilerimin cevabını araştırdıkları soruları cevaplarım (K2)</i>	Araştırmalarında ihtiyaç duydukları noktalarda benimle iletişime geçmelerini sağlarım (K6) Sonuçlarını tekrar sorgulamaları için yönlendiririm (K6) Öğrencilerin araştırma yapmaları için deney ortamlarını oluşturabilirim (K8)

	<i>Öğrencilerin deney yapmaları için gerekli ortamı oluşturamam (K4)</i>	
Kanıt	Öğrencilerim öğretmenin açıklamasına bağlı kalmadan kendi sonuçlarıyla açıklamalarını sunar (K3)	Verdiğim sorulara kendi cevaplarını bulmalarını beklerim (K6)
Açıklama	<i>Deneylere ilişkin yeterli açıklamaları sunma konusunda yetersizim (K1, K4)</i>	<i>Öğrencilere aktaracağım bilgiler konusunda yetersizim (K5, K7)</i> Öğrencilerin araştırma yapmaya başlamaları için onlara ipucu niteliğinde sorular veririm (K6) Derslerde öğrencileri daha iyi yönlendirebilmek için çalışma yaprakları kullanırım (K7) Öğrencilerimin önceden belirlediğim yönergeler doğrultusunda çalışmalarını sağlarım (K8)

**İtalik olarak yazılan maddeler olumsuz ifadeleri belirtmek amacıyla bu şekilde yazılmıştır.*

Tablo 15 öğretmen adaylarının görüşmeler sırasında vermiş oldukları cevapları içermektedir. Cevaplar görüşmeye katılan öğretmen adaylarının gruplarına (deney/kontrol) göre ayrı ayrı incelenmiştir. Buna ek olarak her bir cevabı veren katılımcılar da numaralandırılarak cevapların yanında verilmiştir.

Cevaplar incelendiğinde, her iki gruptaki katılımcıların da “fırsat” alt boyutunda yer alan bazı özyeterlik ifadelerine yer verdikleri görülmektedir. Bu ifadelerde ise “*öğrencilerin tamamının öğrenme sürecini deneyimleme ve anlamlandırması*”, “*öğrencilerin sorular sormaya teşvik edilmesi*” ve “*öğrencilerin gruplar halinde iletişim içerisinde çalışmaları*” noktalarına değinildiği görülmektedir.

“Rehberlik” alt boyutuna giren kodlara bakıldığında hem deney hem kontrol grubundaki katılımcıların “*deneylerin yapılacağı öğrenme ortamını hazırlama*” ve “*öğrencilere gerekli noktalarda destek sağlama*” konularında olumlu ifadeler yer verdikleri görülmektedir. Ancak, deney grubunda iki katılımcının sunduğu ifadeler kontrol grubundan farklılık göstermektedir. Bunlardan birisi “*öğrencilerin cevabını araştırdıkları soruları ben cevaplarım*” şeklindedir. Katılımcı bu ifadeyi kullandığı cümlesinde:

“...Öğrencilerim sorulara cevaplar bulamadıklarında onlara ben cevap vererek öğrencilerimin cevaplarını araştırdıkları soruları cevaplarım. Bu şekilde deneylerini tamamlama fırsatı bulabilirler...” (K2)

şeklinde cevap vermiştir. Bu ifade incelendiğinde, öğretmen adayının öğretim sürecinde öğrencileri sorgulamaya dayalı bir süreçten ziyade doğrulayıcı bir süreç sevk edebileceği anlaşılmaktadır. Bu bakımdan bu ifadenin öğretmen adayının öğretimi yönlendirme konusundaki rehberliğinin sorgulamaya dayalı anlayışa beklenen karşılığı veremediği söylenebilir. Benzer bir durum sunan diğer ifade ise bir katılımcının vermiş olduğu “*öğrencilerin deney yapmaları için gerekli ortamı oluşturmam*” ifadesidir. Bu ifadeden anlaşılmaktadır ki öğretmen adayının sorgulamaya dayalı deney ortamını tasarlama konusundaki özyeterlik inancı “rehberlik” boyutunda daha düşüktür. Kontrol grubuna bakıldığında ise bu ifadeler karşılık olarak “*öğrencilerin sonuçlarını tekrar sorgulamaları için yönlendiririm*” ve “*öğrencilerin araştırmalar yapmaları için deney ortamlarını oluşturabilirim*” ifadeleri yer almaktadır. Bu açıdan bakıldığında “rehberlik” boyutunda kontrol

grubundaki öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerinin deney grubuna kıyasla yüksek olduğu söylenebilir.

“Kanıt” alt boyutuna bakıldığında her iki grupta da yalnızca “*öğrencilerin sorulara kendi cevaplarını ve açıklamalarını oluşturmaları*” ifadesine yer verildiği görülmektedir. Bu noktada her iki grupta da diğer alt boyutlara kıyasla daha dar kapsamlı ve tek tip bir cevap verildiği söylenebilir.

“Açıklama” alt boyutuna verilen ifadelere bakıldığında ise deney grubunda yalnızca “deneylere ilişkin gerekli açıklamaları sunma konusunda yetersizim” ifadesine yer verildiği görülmektedir. Kontrol grubunda da benzer ifadenin yer aldığı görülmektedir. Ancak, kontrol grubunda bu ifadeye ek olarak “çalışma yönergeleri kullanma”, “çalışma yaprakları kullanma” ve “öğrencilere ipucu sorular verme” gibi farklı ve sorgulamaya dayalı öğretim süreci için olumlu sayılabilecek ifadelere de yer verildiği görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, deney grubundaki öğretmen adaylarının “açıklama” boyutunda olumlu ifadelere yer vermemeler ve kontrol grubunun deney grubundaki olumsuz ifadeler ile birlikte olumlu ifadelere de yer vermeleri deney grubunun özyeterliklerinin “açıklama” boyutu bakımından kontrol grubuna kıyasla düşük olduğu söylenebilir.

Elde edilen bulgulara genel çerçevede bakıldığında, deney grubunda yer alan katılımcıların özyeterliklerinin bazı noktalarda kontrol grubundaki katılımcılara kıyasla daha düşük kaldığı söylenebilir. Bu bakımdan, nitel bulgular da nicel bulguları destekler şekilde “deneysel uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerinde kontrol grubunun lehine bir fark görülmektedir” bulgusunu ortaya koymaktadır. Bahsi geçen bu farkın çalışma açısından önemi, istatistiksel açıdan anlamlılığından ziyade kontrol grubunun lehine olmasından kaynaklıdır.

4.2. Kavramsal Anlamalara İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusundaki kavramsal anlamalarında meydana gelen değişimlerin nitel olarak belirlenmesinde “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi” ne vermiş oldukları cevaplardan faydalanılmıştır. Bu kapsamda kavramsal anlama testine verilen cevaplar her bir soru için ayrı ayrı analiz edilmiş ve elde edilen bulgular başlıklar halinde sunulmuştur. Sorulara ek olarak, analizler sırasında temel alınan ve her bir soruya karşılık öğretmen adaylarından beklenen bilimsel açıklamalara da ilgili başlıklarda yer verilmiştir.

a) KAT 1. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 1: Evlerde kullandığımız elektrikli ısıtıcı ocakları düşününüz. Bu ocağın ısıtıcı göz sayısını değiştirmeden, ortamı daha fazla ısıtmasını sağlamak istiyorsunuz. Isıtıcı tel üzerinde ne gibi bir değişiklik yaparsınız? Bu değişikliği gerekçesiyle birlikte açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektrikli ısıtıcıda yer alan ısıtıcı telin bulunduğu ortamı ısıtması, tel üzerinden elektrik akımı geçmesi sırasında telin akıma karşı gösterdiği dirençten dolayı ısınması sonucu meydana gelir. Bu telin ortamı daha fazla ısıtabilmesi için kendisinin de daha fazla ısınması gerekmektedir. Dolayısıyla bu soruda öğrencilerden ısıtıcı telin elektrik akımına gösterdiği direnci arttırmaya yönelik değişikliklerden (telin uzunluğunu arttırma, kalınlığını ya da kesit alanını azaltma, öz direncini arttırma...) bir veya birkaçını ifade etmeleri beklenmektedir. Gerekçe olarak ise bu değişikliklerin ısıtıcı telin direncini arttıran değişiklikler olduğunu ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir:

Tablo 16
KAT 1. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Telin kalınlığını azaltırım.	3 (9,38)	Telin kalınlığını azaltırım.	1 (3,13)	Telin uzunluğunu arttırırım.	2 (7,14)	Telin uzunluğunu arttırırım.	4 (14,29)
Teli incelterek direnci arttırırım.	1 (3,13)	Telin uzunluğunu arttırırım.	3 (9,38)	Teli inceltirim	2 (7,14)		
		Telin uzunluğunu artırıp kesitini azaltırım.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Telin boyunu veya kalınlığını arttırırım.	2 (6,25)	Telin direncini arttırırım.	6 (18,75)	Telin direncini arttırırım.	2 (7,14)	Telin direncini arttırırım.	1 (3,57)
Telin direncini arttırırım.	2 (6,25)	Telin kesitini ve boyunu arttırırım.	2 (6,25)	Telin boyunu veya kalınlığını arttırırım.	2 (7,14)	Teli kalınlaştırıp daha yüksek dirençli tel kullanabiliriz.	1 (3,57)
Farklı bir ısıtıcı tel kullanırım.	2 (6,25)	Telin sarım sayısını ve gerilimi arttırırım.	1 (3,13)			Telin boyunu ve kesitini arttırırım	1 (3,57)
		Telin cinsini değiştiririm	1 (3,13)			Telin kesitini azaltabilir, daha iletken tel kullanabiliriz.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Isıyı daha iyi yayabilen bir tel ile değiştiririm	2 (6,25)	Tel sayısını arttırırım	5 (15,63)	Daha fazla güç (pil) bağlarsak daha çok ısı verir, dolayısıyla daha çok ısı verir. İkinci yol ise teli daha iletken olan bir tel ile değiştirmek.	1 (3,57)	Telin iletkenliğini arttırırım.	2 (7,14)
Elektriği daha iyi ileten bir tel kullandım.	1 (3,13)	Daha iletken bir tel kullanırım.	3 (9,38)	Isıtıcının bağlı olduğu pil gücünü, yani gerilimi arttırırım.	1 (3,57)	Tel sayısını arttırırım.	3 (10,71)
Devrenin gerilimini arttırırım	2 (6,25)	Tel sayısını azaltırım	1 (3,13)	Isıtıcı tel sayısını arttırırım.	1 (3,57)	Akımı arttırırım.	1 (3,57)

Tele daha çok enerji veriz.	1 (3,13)	Derecesini yükseltirim.	1 (3,13)	Telin yüzey alanını arttırırım.	1 (3,57)	Daha hızlı ısınan bir tel kullanırım	1 (3,57)
Telin kalınlığını arttırırım.	2 (6,25)	Prizde takılı olan diğer elektrikli aletleri çıkarırım	1 (3,13)	Isıtıcı telin gücünü arttırırım.	1 (3,57)	Güç kaynağını arttırırım.	1 (3,57)
Telin yüzey alanını arttırırım.	1 (3,13)	Akımı arttırırım.	1 (3,13)	Telin kalınlığını arttırırım.	3 (10,71)	Telin kalınlığını arttırırım.	3 (10,71)
Daha fazla yükseltmemiz, elektriği daha fazla vermemiz gerekir.	1 (3,13)	Gerilimi arttırırım	2 (6,25)	Isıyı daha iyi yayabilen bir tel ile değiştiririm	1 (3,57)	Gerilimi arttırırım.	3 (10,71)
Bilmiyorum	3 (9,38)	Diğer	3 (9,38)	Telin boyunu kısaltırım.	2 (7,14)	Telin boyunu kısaltıp kesitini arttırırım.	1 (3,57)
Diğer	9 (28,13)			Isıtıcıya daha çok elektrik vererek daha fazla ısıtmasını sağlayabiliriz.	1 (3,57)	Tel sayısını azaltırım.	1 (3,57)
				Bilmiyorum	1 (3,57)	Bilmiyorum	1 (3,57)
				Diğer	7 (25,00)	Diğer	3 (10,71)

Tablo 16 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının ön testte vermiş oldukları “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevap oranının son testte %12,50’den %15,63 e çıktığı, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” oranının ise %18,75’den %31,25’e çıktığı görülmektedir. Cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin son testte yükseldiği ve verilen cevapların çeşitliliğinin son testte daha da arttığı görülmektedir. Cevap çeşidinin artması, deney grubunun uygulamalar sonrasında *bir iletkenin bağlı olduğu etmenlere* farklı bir açıdan bakabildiğini ve *direnc* üzerinde etki eden birbirinden farklı etmenlere odaklanmaya başladıklarını göstermektedir. Ayrıca son testte tele yapılması gereken müdahalenin direnc üzerinden olacağını belirten katılımcılarda %12,50 oranında bir artış dikkat çekmektedir. Fakat bu katılımcılar direnci arttırmaya yönelik müdahaleleri ifade etme konusunda sınırlı kalmışlardır. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında öğretmen adaylarının *telin ısınma ve ısıtma etkisinin elektriksel iletkenliği* ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Aynı kategorinin altında yer alan, *Bilmiyorum* cevabını yazan katılımcıların oranı da son testte %0 olmuştur. Cevaplar içerisinde soru ile ilişkili kavramlara yer vermeden, yanlış kavramsal bağlantılar içeren ve kategorilerden üçüne de kod olarak konulamayan cevaplar *Diğer* başlığı altında toplanmıştır. Bu cevaplara bakıldığında ön testte oran %28,13 iken son testte bu oranın %9,38’e düştüğü görülmüştür.

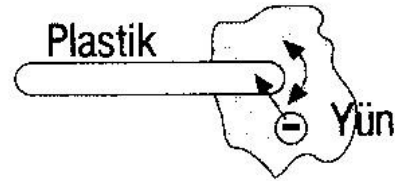
Kontrol grubuna bakıldığında ise, öğretmen adaylarının ön test ve son testlerinde “Bilimsel olarak kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” kategorilerindeki cevap sayılarının aynı ($f=4$) olduğu görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ön testte *telin uzunluk ve kalınlığı* üzerinden cevaplar yer alırken son testte cevapların tamamen *telin uzunluğu* ile ilişkili olduğu görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ise kategorideki cevap oranının ön test ile aynı (%14,29) kalmasına rağmen, cevapların daha fazla çeşitlendiği ve ifadelerde telin özelliklerine daha fazla yer verildiği görülmektedir. Ancak bu özellikler üzerinde yapılması önerilen müdahaleler konusunda bir kısmında doğru bir kısmında ise yanlış adımlara yer verilmiştir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” kategorisinde yer alan ve soruya *Bilmiyorum* cevabını veren katılımcı sayısı hem ön hem de son testte aynı ($f=1$) kalmıştır. *Diğer*

kategorisine girecek türden cevapların sayısı ise ön testte %25 oranındayken son testte %10,71'e düşmüştür.

1. soruya verilen cevaplara bakıldığında her iki grupta da son testte verilen cevapların daha çeşitli olması öne çıkmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında soruları yeni bakış açıları ile cevapladıklarının bir göstergesi olabilir. Bunun yanı sıra deney grubunda cevapların son testte daha bilimsel olarak kabul edilebilir düzeyde oldukları, kontrol grubunda ise bu yönde bir değişim olmadığı görülmüştür. Bu duruma bakılarak uygulamalar sonrasında deney grubunun bir iletkenin direncinin bağlı olduğu etmenler konusunda kavramsal anlamalarının gelişim gösterdiği, kontrol grubunun ise kavramsal anlamalarında bir değişim olmadığı söylenebilir.

b) KAT 2. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 2: Statik elektrik deneyinde genellikle bir plastik veya ebonit çubuğun yün kumaşa sürtülmesi ve masanın üzerinde yer alan kâğıt parçalarını çekmesi sağlanır. Ancak bir süre sonra kâğıt parçaları tekrar masaya düşer. Ebonit çubuğun uyguladığı elektrostatik çekim kuvveti başlangıçta kâğıda uygulanan yer çekimi kuvvetine karşı koyabiliyorken, sonrasında yer çekimi kuvvetine karşı neden etkisini yitirmiş olabilir? Açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

İki cismin birbirine sürtülmesi durumunda cisimlerin (+) ve (-) yükler ile yüklenmesi olayı yani statik elektriklenme olayı gerçekleşir. Cisimlerden hangisi elektron kaybetmeye daha yatkınsa bu cisim elektron vererek (+), diğer cisim ise verilen elektronu alarak (-) ile yüklenir. Plastik veya ebonit çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde ise plastik çubuk (-), yün kumaş (+) yüklenir. (-) yükle yüklenen plastik çubuk kâğıt parçalarına yaklaştırıldığında plastik çubuktaki (-) yüklerin nötr kâğıt parçalarındaki (-) yükleri kendine uzak olan uçlara itmesi sonucunda yakın olan uçtaki (+) yüklerden kaynaklı olarak kâğıt parçaları çubuğa doğru yönelerek hareket ederler. Bu hareket sonucunda kâğıt parçaları plastik çubuğa yapışırlar. Temas anından itibaren plastik çubuk ve kâğıt parçalarındaki toplam yük dengeli bir şekilde hem plastik

ubuğa hem de kâğıtlara yeniden dağılır. Bu olay sonunda kâğıt ve plastik çubuğun yükleri aynı cins olurlar (ya nötr ya da eksi yüklü). Aynı cins yükle yüklü cisimler birbirlerine zıt yönde bir kuvvet uygulayacağı için plastik çubuk ve kâğıt arasındaki çekim kuvveti ortadan kalkar ve kâğıtlar yere düşer. Öğrencilerden bu soruda plastik çubuk ve kâğıt arasındaki söz konusu yk geçişinden, bu yük geçişi sonrasında yüklerin dengelenmesi ile cisimlerin aynı yüke sahip olduğundan ve bu sebeple çekim kuvvetinin ortadan kalkmasından bahsetmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 17 de verilmiştir:



Tablo 17
KAT 2. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Çubuk ve kâğıtlar arasındaki yük alışverişi tamamlanana kadar çekim sürer, ardından tamamlandığında düşer.	1 (3,13)	Çubuk ve kâğıtlar yükleri paylaşacağı için çekme etkisini yitirirler.	1 (3,13)	Çubuk ve kâğıtların yükleri dengelendiği için.	1 (3,57)	Çubuk ve kâğıtların yükleri dengelendiği için.	2 (7,14)
Temas anından sonra yükler dengelenerek eşitlendiği için kâğıtlar düşer.	1 (3,13)	Çubuk ve kâğıtların yükleri dengelendiği için.	4 (12,50)			Temas ettiklerinde yükler eşit şekilde paylaşıldığı için paylaşım bitince düşer.	1 (3,57)
		Çubukta toplanan yük kâğıtlara ve çubuğa dağıldığı için.	1 (3,13)				
		Çubuk ve kâğıt arasındaki yük alışverişi tamamlandığı için.	2 (6,25)				
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Cisimler arasındaki yük alışverişi bitip nötr oldukları için.	10 (31,25)	Artı ve eksi yükler birbirini dengelediği için.	1 (3,13)	Cisimler arasındaki yük alışverişi bitip nötr oldukları için.	7 (25,00)		
Yükler paylaşıldığı için bir süre sonra cisimler nötr hale geliyor ve düşüyor.	1 (3,13)	Yük alışverişi ile çubuk ve kâğıt nötr hale geldiği için.	1 (3,13)				
		Yükler birbirini çektikten bir süre sonra kâğıt ve çubuk nötrlendiği için kâğıtlar düşer.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Çubuk ve kâğıtlardaki yüklerin zamanla kaybolması sonucu yer çekimine karşı koyamayıp düşerler.	1 (3,13)	Aralarındaki çekim kuvveti bittiği için.	2 (6,25)	Çubuğun değiştireceği yük azaldığı için.	1 (3,57)	Çubuğun elektriklenme özelliği bittiği için.	3 (10,71)
Eksi yükler çubuğa eşit olarak dağıldığı için etkisini kaybeder ve düşer.	1 (3,13)	Elektriklenme bittiği için.	1 (3,13)	Cisimlerdeki elektrik yükleri nötrleştigiinden.	1 (3,57)	Elektriklenme bittiği için.	1 (3,57)

Deney grubunun soruya vermiş olduğu cevaplar incelendiğinde, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorilerinde yer alan cevapların oranının son testte %6,25 oranında azaldığı görülmektedir. Fakat bu iki kategori içerisinde kalmaya devam eden oranın ise büyük bölümünün “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Yani deney grubunda verilen cevapların bir kısmı bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeyinin altında kalmasına rağmen, bu düzeyin üstüne çıkan cevapların bilimselliğinin arttığı söylenebilir. Bununla birlikte, son testte “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisinde yer alan cevapların da ön teste kıyasla daha fazla alt kod içerdiği, yani cevapların daha çeşitlendiği, görülmektedir. Ön testte özellikle “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisine giren cevaplarda cisimler arasındaki yük alışverişinin ardından *nötr olma* durumlarına değiniliyorken son testte bu ifadenin yerini büyük oranda *yük dengesinin oluşması* ifadesinin aldığı görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplar incelendiğinde ise *çubuğun gösterdiği çekim kuvvetinin sürtünme olayı ile eş zamanlı şekilde gerçekleştiği* yönünde ifadeler yer aldığı dikkat çekmektedir. Soru ile ilişkisi olmayan kavramların ve ifadelerin yer aldığı *Diğer* kategorisine giren cevapların oranı ise %6,25 artmıştır.

Kontrol grubunda ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranında önemli ölçüde (%17,86) azalma olduğu görülmektedir. Özellikle son testlerde bilimsel olarak kabul edilemez düzeydeki cevapların oranı %89,29 oranına ulaşmıştır. Bu oranın artmasında *Diğer* kategorisindeki cevapların artmasına ek olarak çubuk ve kâğıtlar arasındaki etkileşimde sadece çubuk üzerindeki değişime odaklanan cevapların artmasının önemli etkileri olduğu söylenebilir.

Her iki grupta meydana gelen değişimler düşünüldüğünde, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında statik elektriklenme olayındaki her iki cisim (çubuk ve kâğıt) üzerinde meydana gelen değişimleri göz önünde bulundurdıkları, ancak kontrol grubunda büyük oranda yalnızca çubuk üzerinden çıkarımlar yapıldığı görülmektedir. Ayrıca deney grubunda son testteki cevapların *yüklerin dengelenmesi* üzerine yoğunlaştığı, her iki cisimde de bir etkileşim olduğunu belirttikleri görülmektedir. Bu bulguya dayanarak sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin, öğretmen adaylarının deneyde yer alan bileşenleri daha iyi sorgulamalarını

sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte her iki grupta da son testte bilimsel olarak kabul edilemez düzeydeki cevap oranının arttığı görülmüştür.

c) KAT 3. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 3: Marketlerdeki alışveriş arabasını kullanan birisine yaklaştığınızda elektrik çarpması olarak nitelendirdiğimiz anlık kıvılcım atlaması ile karşılaşabilirsiniz. Sıcak ve nemli bir havada bu arabayı sürerek marketin dışına çıkarken bu olayın gerçekleşme olasılığında bir değişim olur mu? Nedenini açıklayarak yazınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Marketlerdeki alışveriş arabaları hareket ettikleri süre boyunca zemin ile olan sürtünmelerinden kaynaklı olarak statik elektrik ile yüklenirler. Bu statik yüklenme araba hareket ettikçe devam eder. Ancak cisimler her zaman nötr hale gelerek dengelenme isteğinde olurlar. Bu sebeple market arabasında biriken yükler geçiş yapabilecekleri farklı potansiyelde bir cisimle temas ettiklerinde yükler bir nesneden diğerine doğru akarlar. Buna yük boşalması (deşarj) denir. Eğer oluşan potansiyel fark çok fazla ise cisimlerin birbirlerine temas etmelerine gerek kalmadan aradaki ortam (örn: hava) delinerek yük boşalması gerçekleşebilir. Yükün bir nesneden diğerine akmasını kolaylaştıracak olan her ortam, iki nesnenin doğrudan temasına gerek kalmadan yük aktarımını gerçekleştirebilen bir iletken görevi görür. Bu doğrultuda, öğrencilerin soruya bu durumu göz önünde bulundurarak cevap vermeleri beklenmektedir. Market içerisinde yer alan oda sıcaklığındaki ve sabit nemdeki hava havalandırma sistemleri ile sabit tutulmaktadır. Bu ortamda bir süre ilerleyen market arabası tekerleklerdeki sürtünmelerden kaynaklı olarak elektrik yükü ile yüklenmektedir. Aynı ortamda arabaya dokunan insanlara doğru bir yük akışı gerçekleştirerek halk arasında elektrik çarpması olarak nitelendirilen olayın gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Market ortamında ilerleyen bu araba içeride sürerken belirli bir elektrik yükü ile yüklendikten sonra dışarıdaki sıcak ve nemli havaya çıkarıldığında, market arabasındaki yükler geçiş için bir cisim arayışında olmaya devam etmektedir. Havanın nemli olması, arabanın sahip olduğu yüklerin havadaki su moleküllerine geçmesine ve üzerindeki statik yükün azalmasına sebep

olacaktır. Ayrıca yine nemli havadan kaynaklı olarak dışarıdaki ortamda yeni bir statik elektriklenme oluşması da zorlaşacaktır. Bu sebeple arabaya dokunulduğunda yük boşalması olayının gerçekleşme olasılığı da dışarıda daha az olacaktır. Bu doğrultuda öğrencilerin havanın sıcak olmasının arabanın metal kısmının direncini arttıracığından, nemli havanın statik elektriklenmeyi azaltacağından ve hepsinin bir sonucu olarak yük boşalması olayının gerçekleşme olasılığının azalacağından bahsetmeleri gerekmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 18’de verilmiştir:



Tablo 18
KAT 3. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
						Sıcak ve nemli havada sürtünme daha az gerçekleşeceği için olasılık azalabilir.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Azalı.	2 (6,25)	Nem elektriği ilemediği için olasılık azalı.	1 (3,13)	Daha az olacaktır. Tekerler genişleşeceği için.	1 (3,57)	Yük atlaması dışında zamanla kaybolur.	1 (3,57)
Sıcak ve nemli ortamda gerçekleşmez.	1 (3,13)	Olasılık azalı.	4 (12,50)	Etkisini kaybeder.	1 (3,57)		
		Dışarıda marketteki kadar elektrikli alet olmadığı için olasılık azalı	1 (3,13)	Olasılık azalı.	2 (7,14)		
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Sıcak ve nem elektronların kinetik enerjilerini arttıracığı için olasılık da artar.	3 (9,38)	Elektronların kinetik enerjileri artacağı için çarpma olasılığı artar.	1 (3,13)	Sıcak ve nemli hava elektron hareketini daha hızlandıracığı için olay daha sık görülür.	1 (3,57)	Sıcak havada yükler daha hızlı hareket edeceği için olasılık artar.	1 (3,57)
Sıcak ve nemli ortamda elektriğin iletimi artacağı için daha fazla gerçekleşir.	4 (12,50)	Sıcaklıkla birlikte yük geçişi de hızlanacağı için olasılık artar.	1 (3,13)	Madde ısı aldıkça tanecik hareketi artar ve daha çok gerçekleşir.	1 (3,57)	Maddelerin iç enerjisinde artış olacağı için olasılık artar.	1 (3,57)
Sıcak ve nemli havada atomlar daha hızlı hareket edeceği için daha fazla tekrarlanır.	1 (3,13)	Nemli ortam elektrik iletimini kolaylaştırdığı için olasılık artar.	3 (9,38)	Sıcaklıktan kaynaklı olarak teller genişleşeceği için gerçekleşme olasılığı artar.	1 (3,57)	Isınınca elektron hareketliliği olur ve olasılık artar.	1 (3,57)
Daha fazla olur, çünkü elektrikle ısı birleşir.	1 (3,13)	Nemden dolayı elimiz terli olabileceği için olasılık artar.	2 (6,25)	Sıcak ve nemli havada daha fazla gerçekleşir.	2 (7,14)	Sıcak havada moleküller daha çok hareket edeceği için daha sık olur.	2 (7,14)

Artar	6 (18,75)	Sıcak havada tanecikler daha hızlı hareket edeceğinden olasılık artar.	2 (6,25)	Sıcaklık elektriği daha iyi ileteceği için daha çok gerçekleşir.	2 (7,14)	Sıcak havadan dolayı olasılık artacaktır.	1 (3,57)
Tekerleğin genişlemesinden kaynaklı olarak olasılık artar.	1 (3,13)	Sıcak ve nemli havada yüklenme daha fazla olacağı için olasılık artar.	1 (3,13)	Daha fazla olur.	4 (14,29)	Sıcak ve nemli havada elektriklenme daha fazla olacağı için olasılık artar.	2 (7,14)
Daha fazla olur, güneşin etkisi ile elektronlar koparak hareket eder	1 (3,13)	Tekrarlanma olasılığı artar.	4 (12,50)	Sıcaklık ve nem elektrik gücünü arttıracığı için daha sık görülür.	2 (7,14)	Sıcak ve nemli havada daha fazla enerji meydana geleceği için daha fazla çarpar.	1 (3,57)
Nem elektrik iletimini azaltacağı için gerçekleşmez.	1 (3,13)	Demir sıcakta daha çok ısınacağı için olasılık artar.	2 (6,25)	Bir etkisi olmaz.	4 (14,29)	Araba sıcakta ısınacağı için olasılık artar.	3 (10,71)
Değişim olur.	1 (3,13)	Vücuttaki değerler artacağı için elektriklenme de artar.	1 (3,13)	Dışarıdaki zemin daha pürüzlü olacağı için sürtünme daha fazla olur, bu sebeple daha çok gözlemlenir.	1 (3,57)	Daha fazla olur.	6 (21,43)
Olayın sıcaklıkla ve nemle alakası yoktur.	1 (3,13)	Bir değişim olmaz.	2 (6,25)	Bilmiyorum	4 (14,29)	Vücudumuzda bulunan elektrik oranı daha fazla olduğu için olasılık artar.	2 (7,14)
Nemli ortamda elektron hareketi olmaz, bu sebeple tekrarlama olmaz.	1 (3,13)	Bilmiyorum	1 (3,13)	Diğer	2 (7,14)	Sıcak ve nemli havada sürtünme daha çok olacağı için elektriklenme artar.	1 (3,57)
Bilmiyorum	2 (6,25)	Diğer	6 (18,75)			Bir değişiklik olmaz	1 (3,57)
Diğer	6 (18,75)					Güneş enerjisinden kaynaklı olarak daha fazla elektriklenme olur.	1 (3,57)
						Bilmiyorum	2 (7,14)
						Diğer	1 (3,57)

Deney grubunun verdiği cevaplara bakıldığında hem ön testte hem de son testte “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisinde bir cevabın yer almadığı görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların ise ön testte %9,38 olduğu, son testte bu oranın %18,75’e çıktığı görülmektedir. Cevapların bu kategoriye girme sebeplerine bakıldığında ise tamamının *kıvılcım atlaması* olayının gerçekleşme ihtimalinin azalacağına yer verdikleri, ancak bu azalmanın sebebini açıklayamadıkları görülmüştür. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise öğretmen adaylarının *sıcak havanın taneciklerin kinetik enerjisi ile olan bağlantısını* doğru bir şekilde açıklayabildikleri göze çarpmaktadır. Ancak bu bağlantıları *kıvılcım atlaması* ile yanlış ilişkilendirdikleri, bu noktada soruya beklenen cevabı sağlama konusunda yetersiz kaldıkları görülmüştür. Buna ek olarak havanın nemli oluşunun *yük geçişi* ile doğrudan ilgisi olacağını da bu kategoride cevaplar içerisinde görmek mümkündür. Ancak bu cevaplarda da nemli havanın yalnızca *kıvılcım atlaması* ile ilişkilendirildiği ve yüklerin havaya geçişleri sonucu azalacağını ihmal ettikleri görülmüştür. *Bilmiyorum* cevabını verenlerin sayısı 2’den 1’e düşerken, *Diğer* kodu altında toplanan cevapların sayısı 6 kalmıştır.

Kontrol grubunun cevaplarına bakıldığında ise son testte 1 cevabın “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisine girdiği görülmektedir. Bu cevapta ise *sıcak ve nemli havanın market arabasının yüklenebilmesine olan etkisini* doğru şekilde açıkladığı görülmektedir. Deney grubunun aksine kontrol grubunda “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplar son testte %7,14 oranında artış göstermiştir. Deney grubuna benzer olarak kontrol grubunda da gerçekleşmesi beklenen olayın sebebini açıklayamama durumu görülmüştür. Hem ön hem de son testte bilimsel olarak kabul edilemez cevapların büyük bir bölümünde madde taneciklerinin hareketlerini sıcak hava ile ilişkilendirdikleri, ancak soru için gerekli ilişkilendirmeyi yapamadıkları görülmektedir. *Bilmiyorum* cevabını verenlerin oranı ön testte %14,29 iken son testte %7,14 çıkmıştır. Benzer şekilde *Diğer* kodu altında toplanan cevaplar ön testte %7,14 iken son testte %3,57 olarak çıkmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının değişimleri karşılaştırıldığında, deney grubunun son testte kontrol grubunun aksine daha bilimsel cevaplar verdiği görülmüştür. Ayrıca deney grubunun, sebebini açıklayamamasına rağmen, gerçekleşmesi beklenen olayı doğru tahmin etmiş olmaları ve bu oranın son testte artmış olması, deney grubundaki

uygulamaların öğretmen adayları üzerindeki olumlu etkisinin bir göstergesi sayılabilir. Her iki grupta da ön ve son test cevaplarında öğretmen adaylarının *sıcaklık-tanecik hareketi* ve *nem-yük geçişi* bağlantılarını kurdukları görülmektedir. Bu bağlantıları da büyük oranda doğru kurdukları, ancak yükün havadaki su moleküllerine de geçebileceğini ihmal ettikleri için cevaplarının yeterli nitelikte olamadığı görülmüştür. Cevabı beklenen şekilde verememesine rağmen bahsedilen bağlantıyı doğru şekilde kuran öğretmen adaylarının oranı kontrol grubunda ön ve son testte aynı (%21,43) iken deney grubunda son testte %3,13 lük bir artış ile %28,13 oranına çıktığı görülmüştür.

d) KAT 4. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 4: 1 pil, 1 ampul ve bağlantı kabloları ile oluşturulmuş şekildeki gibi bir elektrik devresi düşünün. Bu elektrik devresine ilk ampul ile özdeş ikinci bir ampülü seri olarak eklediğinizde devrenin toplam akım ve gerilim değerlerinde bir değişiklik meydana gelir mi? Bu değerlerdeki son durumu nedenleriyle birlikte açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Ohm Kanunu ($V=I.R$) gereği, bir elektrik devresindeki potansiyel fark devreden geçen akım ile devrenin toplam direncine bağlı olup, bu değerlerin çarpımına eşittir. Devreye bağlı olan güç kaynağının potansiyel farkı değişmediği sürece, devreden geçen akım devrenin toplam direnci ile ters orantılı olarak değişir. Şekildeki devrede yer alan ampul de sahip olduğu iç direncinden kaynaklı olarak devrede bir direnç görevi görür. Devreye seri olarak bağlanan ikinci ampul de ek bir direnç olarak devreye eklenecektir. Seri bağlı olan iki direnç devrede $R=R_1+R_2$ eşitliğine göre toplam direnci oluşturur. Bu durumda eklenecek olan ikinci direncin devrenin toplam direncini arttırması beklenir. Soruda öğrencilerden bu açıklama doğrultusunda devrenin toplam direncinden kaynaklı olarak devrenin toplam akımının azalacağını, güç kaynağının değişmemesinden dolayı da devrenin gerilim değerinin değişmeyeceğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 19’da verilmiştir:

Tablo 19
KAT 4. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
						Direnç arttığı için akım azalır gerilim değişmez.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Akım değişmez, pil değişmediği için gerilim de değişmez.	1 (3,13)	Akım tek telden geçtiği için ikisi de değişmez.	1 (3,13)	İkisi de değişmez.	4 (14,29)	Direnç arttığı için gerilim artar, akım azalır.	2 (7,14)
Akım azalır gerilim artar.	1 (3,13)	Direnç arttığı için, akım azalır gerilim artar.	5 (15,63)	İkisi de azalır.	4 (14,29)	Ampul arttığı için akım azalır.	1 (3,57)
Direnç arttığı için akım azalır, gerilim artar.	1 (3,13)	İkisi de değişmez.	5 (15,63)	Akım azalır, ampul arttığı için gerilim artar.	2 (7,14)	Seri bağlandığı için ikisi de değişmez.	4 (14,29)
Akım azalır, gerilimi bilmiyorum	2 (6,25)	Direnç arttığı için ikisi de azalır.	1 (3,13)	Akım azalır, direnç arttığı için gerilim artar.	1 (3,57)	Akım azalır gerilim artar.	3 (10,71)
İkisi de azalır.	1 (3,13)	Akım azalır.	1 (3,13)	Akım azalır, gerilimi bilmiyorum	1 (3,57)	Her ikisi de azalır.	1 (3,57)
Toplam direnç arttığı için akım ve gerilim azalır.	1 (3,13)	Akım azalır gerilim değişmez.	1 (3,13)	Akım azalır, gerilim artar.	1 (3,57)	Ek güç kaynağı koymadığımız için gerilim değişmez, seri olduğu için akım da değişmez.	1 (3,57)
Akım değişir, çünkü enerji dağılır. Gerilim değişmez.	1 (3,13)			Direnç arttığı için akım azalır, gerilimi bilmiyorum.	1 (3,57)		
Değişiklik olmaz.	2 (6,25)			Akım azalır, gerilim değişmez.	3 (10,71)		
Direnç arttığı için akım azalır, gerilimi bilmiyorum.	1 (3,13)						
İkisi de azalır.	1 (3,13)						

Bilimsel olarak kabul edilemez	Bilimsel olarak kabul edilemez	Bilimsel olarak kabul edilemez	Bilimsel olarak kabul edilemez
Akım değişmez, gerilim artar. 4 (12,50)	İkisi de değişir. 1 (3,13)	Akım değişmez, direnç arttığı için gerilim artar. 1 (3,57)	Gerilim artar. 1 (3,57)
Ampul arttığı için akım artar, gerilimi bilmiyorum. 1 (3,13)	Ampul arttığı için ikisi de artar. 1 (3,13)	Akım değişmez, direnç arttığı için gerilim artar. 2 (7,14)	Direnç arttığı için ikisi de artar. 1 (3,57)
Akım artar, gerilimi bilmiyorum. 2 (6,25)	Gerilim azalır. 1 (3,13)	İkisi de artar. 1 (3,57)	Ampul bir direnç olduğu için gerilim artar, akım değişmez. 2 (7,14)
Akım değişmez, gerilim azalır. 3 (9,38)	Akım değişmez. 4 (12,50)	Akım değişmez, gerilim artar. 1 (3,57)	Akım değişmez gerilim azalır. 1 (3,57)
Akım değişmez, gerilim değişir. 1 (3,13)	Gerilim artar, akım değişmez. 1 (3,13)	Akım değişmez, gerilimi bilmiyorum. 1 (3,57)	Güç kaynağı bağladığımız için akım artar, gerilim de artar. 1 (3,57)
Akım değişmez, gerilim artar. Çünkü direnç artar. 1 (3,13)	Akım değişmez, gerilim değişir. 1 (3,13)	Gerilim artar, akımı bilmiyorum. 1 (3,57)	Ampul sayısı arttığı için akım da gerilim de artar. 1 (3,57)
Akım değişmez, ampul arttığı için gerilim artar. 1 (3,13)	Akım değişmez, gerilim artar. 1 (3,13)	Akım değişmez, gerilim azalır. 1 (3,57)	Devre elemanı arttığı için ikisi de artar. 1 (3,57)
Akım değişmez, gerilimi bilmiyorum. 1 (3,13)	Direnç arttığı için gerilim artar, akım değişmez. 3 (9,38)	Bilmiyorum 2 (7,14)	Akım değişmez gerilim artar. 1 (3,57)
Diğer 6 (18,75)	Akım artar. 1 (3,13)	Diğer 1 (3,57)	Seri bağlanınca akım değişmez, gerilim değişir. 1 (3,57)
	Gerilim artar. 1 (3,13)		Direnç arttığı için ikisinin de değeri değişir. 1 (3,57)
	Pil sayısı değişmediği için akım değişmez, direnç arttığından gerilim artar. 1 (3,13)		Seri bağlandığı için akım değişmez. 1 (3,57)
	Diğer 2 (6,25)		Pilin sahip olduğu akım değişmeyeceği için aynı akım geçer. 1 (3,57)
			Diğer 2 (7,14)

Deney grubunun cevaplarına bakıldığında “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevabın ön ve son testin her ikisinde de bulunmadığı görülmektedir. Bununla birlikte “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların ön testte %37,50 oranında iken son testte bu oranın %43,75’e yükseldiği görülmektedir. Bu kategorideki cevaplarda ise yalnızca son testte 1 cevabın hem *akım* hem de *gerilim*de meydana gelen değişimi doğru şekilde ifade ettiği görülmüştür. Ancak bu cevapta olayın sebebi açıklanmadığı için bir üst kategori yerine bu kategoriye alınmıştır. Diğer yandan aynı kategorideki diğer cevaplarda devrede bir *direnç artışı* olacağının doğru şekilde ifade edilmesine rağmen bu direnç artışının akım ve gerilim ile olan ilişkisinin doğru ifade edilemediği dikkat çekmektedir. Bu durumda olan cevapların oranı ön testte %12,50 iken son testte bu oran %31,25’e yükselmiştir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise *Diğer* başlığı altında toplanan cevapların son testte %12,50 oranında azaldığı görülmüştür. Ayrıca cevaplarda devrenin gerilim değerinin pil ile ilişkilendirilmediği, yalnızca ampul sayısı ile bir ilişki kurulmaya çalışıldığı belirlenmiştir.

Kontrol grubunun cevaplarında ön testte “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevap yer almazken, son testte 1 cevabın bu kategoriye girdiği görülmektedir. Ancak tüm cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirlik durumlarına bakıldığında cevapların oranının son testte %14,29 oranında “Bilimsel olarak kabul edilemez” yönünde artış gösterdiği görülmektedir. Elektrik devresinde meydana gelen değişimi *direnç artışı* olarak tanımlayanların oranı ön testte %17,86 iken son testte %21,43’e yükselmiştir. Deney grubu ile benzer şekilde kontrol grubunda da direnç artışını ifade eden cevaplarda direncin *akım* ve *gerilim* ile olan ilişkisini yanlış ifade ettikleri dikkat çekmektedir. Devrenin geriliminin *pil* ile ilişkili olduğunu ise yalnızca son testte 1 kişinin ifade ettiği görülmektedir.

Gruplar karşılaştırıldığında deney grubunda uygulamalar sonrasında cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirliğinin artması ve devrede meydana gelen değişimi *direnç artışı* olarak ifade edenlerin oranının artması, kontrol grubunda ise tam tersine bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların oranının son testte düşmüş olması sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki olumlu etkisi olarak görülebilir.

e) KAT 5. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 5: Basit bir elektrik devresine herhangi bir güç kaynağı bağlamadan akım geçmesini nasıl sağlayabilirsiniz? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Üzerinden akım geçen bir iletken telin etrafında bir manyetik alan oluştuğu bilinmektedir. Bu işlemin tersi de mümkündür. Bir iletken telin içerisinde yer alan elektronlar, üreteç kullanmaksızın bir mıknatısın manyetik alanı sayesinde hareket ettirilebilir. Bu hareket sonucunda oluşan akıma indüksiyon akımı denir. İndüksiyon akımında kapalı devre halinde bulunan bir iletken telin etrafında hareket ettirilen mıknatıs, tel üzerindeki manyetik alanın ve manyetik alan kuvvet çizgilerinin sürekli değişmesini sağlar. Bu değişim elektronların harekete geçmesini sağlar ve telde bir akım meydana gelir. Kapalı devre olarak bir borunun etrafında sarılan iletkene bir ampermetre bağlandığında, bobin içerisindeki mıknatıs hareket ettirildiğinde ampermetrede bir değer okunabildiği gözlemlenebilir. Öğrencilerin bu soruda indüksiyon akımı üzerinden akıl yürüterek herhangi bir üretcin yer almadığı bir elektrik devresinden manyetik etki sayesinde akım geçirebileceklerini ifade etmeleri beklenmektedir. Bu noktada indüksiyon akımını doğrudan ifade etmeleri veya mıknatısın manyetik alanı sayesinde bir akım oluşabileceğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 20’de verilmiştir:

Tablo 20
KAT 5. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
		Manyetik alan içerisinde teli hareket ettirerek akım geçmesini sağlarım.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Elektromıknatıs ile sağlayabiliriz.	1 (3,13)			Bisikletlerdeki dinamolar gibi sistem kurabiliriz.	1 (3,57)	Mıknatıs ile sağlarım.	1 (3,57)
Bir mıknatısın etrafında tel sararak devreye bağlarsak akım oluşabilir.	1 (3,13)			Mıknatıs kullanarak oluşturulabilir.	1 (3,57)		
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Tuzlu su bağlayarak.	3 (9,38)	Tuzlu su gibi bir maddeyi devreye bağlayarak.	10 (31,25)	Devreye limon bağlayarak iletkenliğinden faydalanırım.	2 (7,14)	Limon veya tuzlu su gibi iletken bir madde bağlarım.	4 (14,29)
Devredeki telin bir ucuna artı yüklü bir madde diğerine eksi yüklü bir madde bağlayarak.	1 (3,13)	Başka bir yolla enerji sağlayarak.	1 (3,13)	Kabloları birbirine sürterek kıvılcımla oluşturabiliriz.	4 (14,29)	Devredeki kabloları birbirine sürterek.	2 (7,14)
Kablolarda ısı alış verişi yaparak sağlayabiliriz	1 (3,13)	Geçici mıknatıslanma özelliği kazandırarak.	1 (3,13)	Artı kutuplu bir tel ile eksi kutuplu teli birleştirerek.	1 (3,57)	Pil kullanarak.	2 (7,14)
Kabloları birbirine sürterek oluşan ısıdan elektrik üretebiliriz.	5 (15,63)	İki teli birbirine sürterek.	1 (3,13)	Rüzgâr veya güneş enerjisi ile	3 (10,71)	Güç kaynağı olmadan bir akım geçmez.	5 (17,86)
Kabloları birbirine bağlayarak.	1 (3,13)	Kabloları birbirine bağlayarak.	1 (3,13)	Kabloların kinetik enerjisini arttırırım	1 (3,57)	İletken bir madde bağlayarak.	8 (28,57)
Yüksek dirençli ampul bağlayarak.	1 (3,13)	Devreye bobin eklerim.	1 (3,13)	Elektriği iyi ileten bir cisim kullanabiliriz.	2 (7,14)	Önceden doldurulmuş bir kondansatör bağlarım.	3 (10,71)
Artı ve eksi yükler taşıyan bir metal bağlayabiliriz.	1 (3,13)	Kondansatör bağlarım.	2 (6,25)	Kabloların uçlarını tuzlu suya daldırarak akım geçmesini sağlayabiliriz.	1 (3,57)	Manyetizma ile sağlayabiliriz.	1 (3,57)

Farklı kablolar kullanarak ters bağlarsak oluşabilir	1 (3,13)	Pil kullanarak.	2 (6,25)	Isı açığa çıkmasını sağlayarak elektrik geçmesini sağlayabiliriz.	1 (3,57)	Bilmiyorum	2 (7,14)
Teli ısıtırsak akım oluşabilir.	2 (6,25)	Önceden yüklenmiş bir iletken parça ekleyerek.	2 (6,25)	Telleri birbirine bağlarım.	1 (3,57)		
Aralarına iletken tel koyarım.	1 (3,13)	Akım tek başına bir şey ifade etmez.	1 (3,13)	Patates bağlayarak ampülü yakabiliriz.	1 (3,57)		
Limon bağlanabilir.	1 (3,13)	İyonlarına ayrılan bir maddeyi suda çözüp iletkenlerle devreye bağlayarak.	1 (3,13)	Teli yüklü bir cisme sürterek elektrik geçmesini sağlarız.	1 (3,57)		
Yüklü bir cisim dokundurulabilir.	3 (9,38)	Rüzgârgülü bağlayarak.	1 (3,13)	Elektriklenme ile sağlayabiliriz.	1 (3,57)		
Devreye bir metal bağlayabiliriz.	1 (3,13)	Bilmiyorum	7 (21,88)	Bilmiyorum	6 (21,43)		
İletken tel bağlayabiliriz.	1 (3,13)			Diğer	1 (3,57)		
Rüzgâr enerjisi ile	1 (3,13)						
Bilmiyorum	5 (15,63)						
Diğer	1 (3,13)						

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, ön testte 2 cevabın “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” olduğu ve son testte ise yalnızca 1 cevabın “Bilimsel olarak kabul edilebilir” olduğu görülmektedir. Her ikisinde de geriye kalan tüm cevaplar “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplar olmuştur. Bilimsel olarak kabul edilemez düzeydeki cevapların oranı ön testte %93,75 iken son testte %96,88’e yükselmiştir. Bu yüksek oran, deney grubunun gerek uygulamalar öncesinde gerekse uygulamalar sonrasında *indüksiyon akımı* kavramını ve gerçekleşen olayı açıklayamadıklarını göstermektedir. Ayrıca devreden akım geçmesi için getirilen çözümlerde de rüzgâr enerjisini bağlama, basit bir limon pili yapma gibi güç kaynağı ekleme işlevi taşıyan bazı öneriler olduğu görülmektedir. Bu hatalı cevapların oranı ise ön testte %15,63 iken son testte %59,38’e yükselmiştir. *Bilmiyorum* cevabını verenlerin oranı ön testte %15,63 iken son testte %21,88 çıkmıştır. Cevapların tamamı göz önünde bulundurulduğunda, deney grubunda uygulamalar sonrasında cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirliğinin azaldığı, uygulama sürecinin öğretmen adayları üzerinde *indüksiyon* kavramını kazanmaları ve ifade edebilmeleri konusunda olumlu bir etkisinin gözlenemediği söylenebilir.

Kontrol grubuna bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” düzeyde cevap hiç olmazken, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevap sayısının ise 2’den 1’e düştüğü görülmektedir. Bu durumda “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevapların oranı her iki testte de %90’ın üzerinde çıkmıştır. Bu yüksek oran gerek uygulamalar öncesinde gerekse uygulamalar sonrasında kontrol grubunun da deney grubu gibi *indüksiyon* kavramını ve *indüksiyon olayını* açıklama konusunda yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Nitekim *indüksiyon* kavramı doğrudan hiçbir cevapta kullanılmazken, ön testte yapılan “Kısmen kabul edilebilir” açıklamaların son teste göre daha bilimsel olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, devreye pil dışında bir güç kaynağı (*limon pili, kondansatör vb*) bağlama önerisini ifade edenlerin kontrol grubunda da yer aldığı, oranının ise %28,57’den %25’e düştüğü görülmektedir. *Bilmiyorum* cevabını verenlerin oranında ise %14,29 oranında azalma olmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının cevapları incelendiğinde, deney grubunda uygulamalar sonrasında olumlu bir değişim olmadığı hem ön hem de son testte yüksek oranda bilimsel olarak kabul edilemez düzeyde cevapların yer aldığı görülmüştür. Ayrıca bu cevapların büyük bir bölümünün (%59,38) son testte devreye güç kaynağı

bağlama ile eşdeğer işlemler önerdikleri görülmektedir. Üstelik bu oran ön testteki oranın oldukça üzerindedir. Bu durum, deney grubunun güç kaynağı kavramını sadece pil ile ilişkilendirdiklerini ve uygulamalarda da bu anlamda olumlu yönde bir değişim sergilemediklerini göstermiştir. Kontrol grubunda ise bu durumda olan katılımcı oranı son testte %25 çıkmıştır. Üstelik soruya cevap vermemeyi tercih edenlerin sayısında da deney grubunda artış olurken kontrol grubunda bir azalma belirlenmiştir. *İndüksiyon kavramı* ve gerçekleşen olaya dair açıklamaları yapabilme konusunda her iki grup da yetersiz olmasına rağmen, cevapların kodlara dağılımlarından yola çıkılarak uygulama sürecinin kontrol grubunun lehine bir etkide bulunduğu görülmüştür.

f) KAT 6. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 6: Sıcak bir yaz gününde kaldırımda yer alan elektrik panosunda bir kaçak meydana geliyor. Hemen yakınındaki parktan dönen Elif, Ali ve Mert geçerken panoya anlık olarak dokunuyorlar. Ancak panonun aynı bölgesine dokunmalarına rağmen Ali'yi elektrik çarpıyor ve yaralanıyor. Çocukların hepsinin çıplak elle panoya dokundukları ve aynı bölgeye dokundukları biliniyor. Diğerlerini çarpmamasına rağmen Ali'yi neden elektrik çarpmıştır? Açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektrik akımı, kapalı bir devre içerisinde çalışırken iyi yalıtıldığı müddetçe bir zarar vermez. Nitekim elektrik akımının ev ya da işyerlerine dağıtıldığı son aşama olan küçük ölçekli elektrik panoları bu yalıtımın iyi sağlanabileceği şekilde tasarlanmaktadır. Kullanılan malzemeler kapalı bir kutu içerisinde monte edilmekte ve bu panonun kapağı kilitli şekilde olmaktadır. Ancak pano içerisinden geçen elektrik kablolarının takıldıkları bağlantı noktalarından çıkması, belirli bir bölgesinin açıkta kalması ya da pano üzerinde oluşabilecek bir statik yük birikmesi panonun dış yüzeyinde bir tehlike oluşturabilir. Elektrik panosunda bir kaçak olması durumunda ise elektrik akımı olası bir iletken ortam bulduğunda o ortama doğru ilerleme gösterir. Bu ortam topraklama görevi gören bir iletken, sıvı ya da bir canlı olabilir. Soruda

panoya kısa süreli olarak temas eden söz konusu çocuklardan birisinin elektrikten etkilenmiş olması, o çocuğun diğerlerine göre daha iletken bir özellik taşımış olması ile açıklanabilir. Elektrik akımı o çocuğun vücuduna akabileceği iletkenlikte bir ortam bulmuştur. Bu doğrultuda bu soruda öğrencilerden Ali'nin panoya dokunduğu anda elektriğin vücuduna geçmesine sebep olabilecek daha iletken bir ortam sunduğunu gösterebilecek bazı özelliklerden (elindeki cisim, elinin ıslak/kuru olması, Ali'nin dokunma şeklinin farklılığı gibi) bahsetmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 21'de verilmiştir:



Tablo 21
KAT 6. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Ali'nin elleri ıslak olabilir.	7 (21,88)	Ali'nin eli terli olabilir.	4 (12,50)	Ali'nin elleri ıslak olabilir.	1 (3,57)	Ali'nin eli ıslak olabilir.	3 (10,71)
Ali'nin elleri ıslak veya terlemiş olabilir.	1 (3,13)	Ali'nin eli ıslak olduğundan, direnci düşmüştür.	12 (37,50)	Ali'nin eli sıcaktan terlemiş veya ıslak olabilir.	1 (3,57)	Ali'nin elinde elektriği ileten bir madde olabilir.	1 (3,57)
				Kıyafeti elektriği daha fazla çekiyor olabilir.	1 (3,57)	Eli ıslak veya terli olabilir.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Kıyafetlerinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.	2 (6,25)			Ali iki eliyle dokunmuş veya bir eliyle başka yere dokunmuş olabilir.	1 (3,57)	Ali aynı anda ikinci bir noktaya da dokunduğu için.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Alinin kıyafetleri tüylü olduğundan olabilir.	1 (3,13)	Ali elektrik yüklendiğinden.	5 (15,63)	Ali'nin vücudunda daha fazla elektrik bulunduğu için.	5 (17,86)	Vücudunda yük fazla olduğu için.	1 (3,57)
Ali parktaki oyundan dolayı elektrikle yüklenmiş olabilir.	2 (6,25)	Ali'nin vücudunda diğerlerinden daha fazla yük bulunduğu için.	6 (18,75)	Ali'nin vücudu yüklü olduğu için.	5 (17,86)	Ali pano ile aynı yükte yüklü olduğundan.	1 (3,57)
Ali ile pano arasında yük alışverişi olduğundan olabilir.	1 (3,13)	İlk Ali dokunduğu için.	2 (6,25)	Ali ilk dokunan kişi olduğu için.	5 (17,86)	Ali'nin vücudu yüklü olduğundan.	7 (25,00)
Alinin vücudunda daha fazla elektrik bulunduğu için.	7 (21,88)	Yükler Ali'ye geçtiği ve nötrlendiği için.	1 (3,13)	Ali tüm elektriği aldığı için diğerlerini çarpmamıştır.	1 (3,57)	İlk Ali dokunduğu için.	5 (17,86)
Alinin vücudunda elektrik bulunduğu için.	4 (12,50)	Bilmiyorum	1 (3,13)	Vücudundaki yüklerle etkileşime geçmiştir.	1 (3,57)	Ali'nin vücudundaki yük pano ile zıt olduğundan.	3 (10,71)
Elektriğin tamamı Aliye geçtiği için.	3 (9,38)	Diğer	1 (3,13)	Panodaki yük Ali'ye geçtiği için diğerlerini etkilememiştir.	1 (3,57)	Ali sıcak havanın etkisinde daha fazla kaldığından.	1 (3,57)
İlk olarak Ali dokunduğu için yükleri dengelemiş olabilir.	1 (3,13)			Ali ile daha fazla etkileşim olmuş olabilir.	1 (3,57)	Kaçığın olduğu ana denk geldiği için.	1 (3,57)

Alinin elleri ıslak olabilir. Su elektriği iletmediği için tepkime vermiştir.	1 (3,13)		Ali'nin vücudu yüksüz olduğu için.	1 (3,57)	Parkta oynadığı için.	2 (7,14)
Bilmiyorum	1 (3,13)		Bilmiyorum	3 (10,71)	Bilmiyorum	1 (3,57)
Diğer	1 (3,13)		Diğer	1 (3,57)		

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların ön testte %25 iken son testte bu oranın %50’ye çıktığı görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” kategorisinde ise ön testte %6,25 oranında cevap varken son testte bu kategoride cevap yer almadığı görülmektedir. Bulgulara bakıldığında bilimsel olarak kabul edilebilirliği bulunan cevapların oranında uygulamalar sonrasında önemli ölçüde artış sağlanmıştır. Ayrıca, bilimsel olarak kabul edilebilir düzeydeki cevaplarda ön testte yalnızca dolaylı etmenlere (elin ıslak olması, terli olması gibi) yer verilirken, son testte bu etmenlerin etki ettiği asıl değişken olan *direnç* kavramına vurgu yapıldığı ve dirençte bir düşüşün buna sebep olduğunu belirten ifadeler dikkat çekmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise bu cevaplar arasında Ali’nin vücudunda meydana gelen *statik elektriklenmenin* süreçte etkili olduğu belirten ifadeler yer almaktadır. Ön testte bu ifadeler yer verenlerin oranı %43,75 iken son testte %34,38 olarak belirlenmiştir. Son testte oranda bir düşüş görülse de bu ilişkilendirmeyi yapanların sayısının oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Kontrol grubunun cevaplarına bakıldığında ise, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının %10,71’den %17,86’ya çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranı ise %3,57 değerinde sabit kalmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların içeriğine bakıldığında deney grubundan farklı olarak kontrol grubunda Ali’nin kıyafetinin ve elinde bulundurmuş olabileceği herhangi bir cismin elektrik çarpmasının bir tetikleyicisi olabileceğine dair ifadeler dikkat çekmektedir. Ayrıca pano dışında ikinci bir noktaya temas etmesinin de etkisi olabileceğini belirten ifadeler bulunmaktadır. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında deney grubu ile benzer olarak olayı *statik elektriklenme* ile ilişkilendiren cevaplar görülmektedir. Ancak bu cevapların oranı deney grubunun aksine artış göstermiş ve ön testte %21,43 iken son testte %42,86 çıkmıştır. *Bilmiyorum* cevabını verenlerin oranında ise %7,14 oranında bir azalma görülmektedir.

Deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, deney grubunun bu soruda önemli bir oranda bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplara doğru ilerleme gösterdiği görülmüştür. Kontrol grubunda da bu yönde bir ilerleme söz konusu olmakla birlikte deney grubuna kıyasla daha az orandadır. Buna ek olarak, deney grubunun son testinde

verilen bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar, sorunun beklediği cevap olan *direnç* kavramı ile ilişkilendirmelere yer verirken, kontrol grubunun son testinde cevapların bu kavramı doğrudan içermediği, dolaylı yollarla dirence etki edebilecek etmenlerden bahsedildiği görülmüştür. Ayrıca deney grubunda olayı statik elektriklenme ile ilişkilendirenlerin oranında son testte bir azalma görülürken, kontrol grubunda aksine artış olduğu görülmüştür. Bazı öğretmen adaylarının ise elektrik çarpması olayını tek seferlik gerçekleşebilecek bir durum olarak düşündükleri, yük aktarımının bitmesinin ardından sonraki kişileri bu yüzden çarpmadığını belirttikleri görülmüştür. Bu cevabı verenlerin oranı deney grubunda %12,50'den %9,38'e düşerken, kontrol grubunda bu oran ön ve son testte %17,86 olarak sabit kalmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilirliği düşük cevapların sayısının deney grubunda son testte azalma gösterdiği, kontrol grubunda ise büyük oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda yürütülen uygulamalarda sorgulamaya dayalı deneylerin geleneksel deneylere göre daha etkili olduğu söylenebilir.

g) KAT 7. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 7: 2 pil ve bir ampulden oluşan iki ayrı elektrik devresi kuruluyor. Aynı anda çalıştırılan bu devrelerden birincisindeki piller ikinciden daha erken bitiyor. Devre elemanları ve kablolar özdeş ve sorunsuz olmasına rağmen ikinci devrenin daha uzun süre çalışabilmesini nasıl açıklarsınız?

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Özdeş devre elemanları ile kurulan iki ayrı elektrik devresinde kurulumun tamamen aynı olması durumunda devrenin direnç, akım ve gerilim değerleri aynı olacaktır. Böyle bir durumda devrelerin gösterecekleri davranışlar ve çalışma süreleri de aynı olacaktır. Ancak devre elemanlarının devreye bağlanma şekilleri değişirse, Ohm Kanunu gereği devrenin direnç, gerilim ve akım değerlerinin bağlanma şekline göre yeniden hesaplanması gerekmektedir. Devredeki elemanlardan yalnızca pillerin sayısının 2 diğerlerinin 1 olduğu görülmektedir. Bu sebeple devreler arasındaki tek farkın bu pillerin bağlanma şekilleri olması beklenmektedir. Pillerin farklı bağlanması durumunda devrenin toplam gerilimi ve dolayısıyla da toplam akımı farklı olacaktır. Devreye verilen akım miktarı değiştiğinden devreden akım geçme süresi de

değişecektir. Devrede iki pilin paralel bağlanması durumunda devreden V gerilimi ve I akımı geçiyorken, seri bağlanması durumunda $2V$ gerilimi ve $2I$ akımı geçecektir. Bu durumda paralel devrede $2t$ süre boyunca akım geçiyorken, seri devrede t süre boyunca akım geçmesi beklenir. Bu doğrultuda soruda öğrencilerin ilk devrede pillerin seri bağlı, ikinci devrede ise paralel bağlı olduğunu belirtmeleri, bu farklılıktan kaynaklı olarak ilk devrede kısa sürede pillerin bittiğini belirtmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 22’de verilmiştir:



Tablo 22
KAT 7. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Birinci devrede piller seri ikincide paraleldir.	8 (25,00)	Birinci devrede piller seri ikincide paralel olduğu için.	18 (56,25)	Birinci devrede piller seri ikincide paraleldir.	8 (28,57)	Birinci devrede piller seri ikincide paralel olduğu için	9 (32,14)
Birinci devre daha sıcak ortamda olabilir.	1 (3,13)						
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Piller birinde seri diğerinde paraleldir.	4 (12,50)	Geçen akım az olduğundan ikinci daha uzundur.	1 (3,13)	Birinci devreden geçen akımın daha fazla olması sebebiyle Farklı ortamdan dolayı olabilir	4 (14,29)	Bağlanma biçimlerinden kaynaklıdır.	1 (3,57)
		Devrelerden geçen akım değerleri farklı olduğundan.	1 (3,13)		1 (3,57)	Devrelerin biri seri diğeri paraleldir	1 (3,57)
		Devrelerden birisi paralel diğeri seri bağlanmıştır.	3 (9,38)	Pillerin bağlantısı farklıdır. Birinci paralel ikinci seridir.	1 (3,57)		
		Birincide geçen akım fazla olduğu için.	1 (3,13)				
		Birincide piller paralel ikincide seri bağlıdır.	4 (12,50)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Ampullerin bağlantısı farklıdır.	3 (9,38)	Kablolardaki akımdan dolayı.	1 (3,13)	Pillerin ikisi de devrede seri ama ters yönlüdürler.	1 (3,57)	Ampuller ikincide paralel bağlandığı için.	3 (10,71)
Ampullerin Wattları farklı olabilir.	1 (3,13)	İkinci devredeki ampul daha tasarruflu olduğundan.	1 (3,13)	Ampullerin voltajları farklı olabilir.	4 (14,29)	Ampul Wattları farklı olabilir.	2 (7,14)
Kablolardan enerji kaybı olabilir.	1 (3,13)			Pillerin ikisi de devrede seri ama ters yönlüdürler.	1 (3,57)	Pillerin voltları farklıdır.	3 (10,71)
Ampullerin akım gücü farklıdır.	1 (3,13)	Pillerin voltlarından dolayı.	1 (3,13)	Devrelerden geçen akımlar farklı olabilir	1 (3,57)	Lambalar devreye farklı bağlandığı için.	1 (3,57)
Devreden geçen akımla ilgilidir.	1 (3,13)	Birincideki piller önceden kullanıldığı için.	1 (3,13)	İkincinin gücü birinciden daha uzun ömürlü olabilir	1 (3,57)	Birinci devredeki ampuller yüksek voltaj gerektirdiği için.	1 (3,57)
Birincinin akımı daha düşük olduğundan.	1 (3,13)			Birinci devredeki piller daha önceden kullanılmış olabilir	1 (3,57)	İkinci devre daha doğru bağlandığından.	1 (3,57)

Birinci devre paralel ikinci seridir.	5 (15,63)		Birincideki pillerin güçleri diğerinden daha az olabilir	1 (3,57)	Kullanılan ampullerin voltajları farklıdır.	1 (3,57)
Birinci devrede piller ters bağlanmış olabilir.	1 (3,13)		İkinci devredeki pillerin voltajı daha yüksektir.	1 (3,57)	İlk devredeki ampulün Watt ı yüksek olduğundan.	1 (3,57)
Bilmiyorum	2 (6,25)		Bilmiyorum	2 (7,14)	Birinci devredeki piller daha önce kullanılmıştır.	1 (3,57)
Diğer	3 (9,38)		Diğer	1 (3,57)	Bilmiyorum	1 (3,57)
					Diğer	2 (7,14)

Deney grubunun cevaplarına bakıldığında deneysel uygulamalar sonrasında önemli bir değişim gösterdikleri görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevap oranının ön testte %28,13 iken son testte %56,25’e yükseldiği görülmektedir. Grubun yarısından fazlasının bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar vermesi uygulamaların etkili olduğunun göstergesi sayılabilir. Diğer yandan ön testte %12,50 gibi bir orana sahip olan “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların son testte %31,25’e yükseldiği görülmektedir. Tüm cevapların sayısı düşünüldüğünde deney grubunun son testte “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplarının oranının yalnızca %12,50 olması grubun soruyu açıklayabilme konusunda daha iyi bir seviyede olduklarını göstermektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ise son testte cevap alternatifinde artış olduğu görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” düzeydeki cevaplar incelendiğinde, olayı devredeki *ampul* ile ilişkilendiren cevapların ön testte fazla olmasına rağmen son testte yalnızca 1 katılımcıda bu cevabın yer aldığı görülmektedir. *Bilmiyorum* ve *Diğer* kodları altında toplanan cevapların ise son testte yer almadığı, diğer alternatif cevaplara doğru bir yoğunlaşma olduğu görülmektedir.

Kontrol grubunun cevaplarında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının son testte %3,57 oranında artış göstererek %32,14’e ulaştığı görülmektedir. Ancak “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranına bakıldığında ise %14,29’luk bir düşüş ile %7,14 oranında kaldığı görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, kontrol grubunun cevaplarında uygulamalar sonrasında bilimsel olarak kabul edilemez yönde bir değişim olduğu söylenebilir. Nitekim “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevapların oranı ön testte %50 iken son testte bu oran %60,71 olarak çıkmıştır. Bu cevaplar incelendiğinde, gerçekleşen olayı devredeki *ampul* ile ilişkilendirenlerin oranında da son testte bir artış görülmüş ve oran %14,29 iken %32,14’e yükselmiştir.

Cevapların dağılımı incelendiğinde, deney grubunda uygulamalar sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalarda önemli ölçüde artış görülürken, kontrol grubunda aksine bir durum görülmüştür. Ayrıca yanlış kavramlar ile yapılan ilişkilendirmeler konusunda deney grubunda bir azalma olurken, kontrol grubunda ciddi bir artış görülmüştür. Bu noktadan hareketle, sorgulamaya dayalı deneylerin deney grubu üzerinde olumlu bir etki gösterdiği söylenebilir.

h) KAT 8. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 8: Evlerde klima montajları sırasında, klimaya elektrik sağlamak için evde kullandığımız diğer kablolardan daha kalın bir kablo kullanılır. Bu kablonun daha kalın olmasının sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Klimalar, evlerimizde kullandığımız küçük elektrikli aletlerin birçoğuna göre daha fazla güç ile çalışmaktadır. Bu gücü karşılayabilmek için ise aynı oranda elektrik enerjisi tüketmeleri gerekir. Elektriksel güç formülü olan $P=V.I$ formülü üzerinden düşünüldüğünde klimaya gelen gerilim sabit olacağından yüksek güç gerektiren bir elektrikli alet için daha fazla elektrik akımı sağlanması gerekmektedir. Klimaya bu elektrik akımını sağlayabilmek için bağlı olduğu elektrik devresinden daha yüksek bir akım sağlanması gerekmektedir. Ohm Kanunu üzerinden düşünüldüğünde daha fazla akımın geçebilmesi için sabit gerilim altında devrenin direncinin düşürülmesi gerekmektedir. Klimada bu anlamda bir değişiklik yapılamayacağından devredeki iletken telin direncinin azaltılması tercih edilir. Bu sebeple devrede telin daha kalın olanı tercih edilir. Bu sayede daha yüksek bir akımın geçmesi ve klimanın ihtiyacı duyulan gücün karşılanması sağlanır. İletken telin ince olması durumunda klima gerekli enerjiyi çekmeye çalışırken iletken telin gereğinden fazla ısınması ve bu ısınma sonucunda elektrik devresinde yangın gibi kazaların oluşması olasılığı artabilir. Bu doğrultuda, öğrencilerin bu soruda kalın kabloların seçilmesinde klimanın gerektirdiği yüksek gücü sağlayabilmek için direnci düşürerek devrenin akım değerini arttırmanın hedeflendiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 23’de verilmiştir:

Tablo 23
KAT 8. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Klimaya daha fazla elektrik sağlayabilmek için.	5 (15,63)	Direnci azaltmak için.	2 (6,25)	Kalın kablonun direnci düşük olacağı için daha fazla akım geçer, klimanın da fazla akıma ihtiyacı olacağı için bu kablolar tercih edilir.	7 (25,00)	Klimaya daha fazla elektrik vermesi için.	2 (7,14)
Geçen akımın büyük olması için.	4 (12,50)	Daha fazla akım geçirebildiği için.	3 (9,38)	Klimaya çok fazla elektrik verildiği için buna dayanabilir kablo olarak kalın olanlar seçilir.	4 (14,29)	Direnci az olduğu için	1 (3,57)
Klimanın daha fazla ısınmasını ve kablonun yanmasını önlemek için.	2 (6,25)	Kablolardan geçen fazla akımın yangına sebep olmaması için.	2 (6,25)	Klimanın enerjisini ince kablolar kaldıramayacağı için.	1 (3,57)	Daha fazla akımın kolay geçmesi için.	10 (35,71)
Klimaya giden akıma uygulanan direnci düşürmek için.	2 (6,25)	Kablodan geçen akım daha yüksek olacağı için direnci düşük olan kalın kablo kullanılır.	5 (15,63)	Klima daha fazla güç harcadığı için ince kablo kaldırmaz.	1 (3,57)	Klimaya gereken akım ve gerilimi taşıyabilmesi için.	1 (3,57)
Kalın kablodan geçen akım daha fazla olur.	1 (3,13)	Kalın kablo daha fazla elektrik akımı ilettiği için.	1 (3,13)			İnce kablodan geçecek olan akım klimaya yetmeyeceği için	1 (3,57)
Diğer ev aletlerine göre daha büyük bir güç gerekmektedir. Normal kablolar bunu kaldıramaz, erir.	1 (3,13)						
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
İnce kablodan daha iyi elektrik sağladığı için.	1 (3,13)			İnce kablolar daha dayanıksız olduğu için klimada kalın kablo kullanılır.	1 (3,57)	Daha dayanıklı olduğu için	1 (3,57)
Elektrik akımının ilerlemesi daha çok olur.	1 (3,13)			Elektrik akımının daha kolay iletilmesi için.	1 (3,57)		
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	

Klima işlevi gereği direnci daha büyük olması gereken bir cihazdır. Direnci arttırabilmek için de kalın kablodan faydalanılır. Fazla tel bulunduğu için.	1 (3,13) 2 (6,25)	Sıcak su ve soğuk suyu birbirinden ayırmak için.	1 (3,13)	Elektrik çarpmasını önlemek için.	2 (7,14)	Çarpma riskini önlemek için.	1 (3,57)
		Direnci daha yüksek olduğu için.	2 (6,25)	Elektrik kaçacağını önlemek için.	1 (3,57)	Elektrik çarpmalarını önlemek amacıyla.	4 (14,29)
Klimada oluşan sıvıdan elektriği korumak için.	1 (3,13)	İçinden birden fazla kablo geçtiği için.	1 (3,13)	İnce kablonun elektrik çarpma riski daha fazla olacağı için.	1 (3,57)	Kalın kablonun direnci yüksek olduğu için klimaya gelen akımı önlemek için kullanılır.	1 (3,57)
Klimanın direncini karşılayabilecek kalınlıkta olması gerektiği için.	1 (3,13)	Kaçak oluşmasını engellemek için.	1 (3,13)	Isının daha iyi iletilmesini sağlamak için.	1 (3,57)	Yüksek voltajlı elektriğin dışarı çıkmasını engellemek için.	1 (3,57)
Klimanın gerek duyduğu enerjiyi normal kablo karşılayamaz. Bu yüzden direnci daha çok olan, kalın kabloları kullanırız.	1 (3,13)	Su ve elektriğin karışmaması için.	2 (6,25)	Klima çok fazla enerji yaydığı için.	1 (3,57)	Yüksek dirence dayanabildiği için.	1 (3,57)
Oluşabilecek elektrik kaçacağını engellemek için.	2 (6,25)	Kabloların daha korunaklı olması için.	2 (6,25)	Klimanın voltajı yüksek olacağı için.	2 (7,14)	Yüksek voltta elektrik taşınması için.	1 (3,57)
Bilmiyorum	3 (9,38)	Klimaya bir anda yüksek voltaj gelmemesi için.	1 (3,13)	Daha yüksek voltajlı akımla çalıştığı için.	1 (3,57)	Bilmiyorum	1 (3,57)
Diğer	4 (12,50)	Yüksek voltaja dayanabilmesi için.	1 (3,13)	Enerji tasarrufu için.	1 (3,57)	Diğer	2 (7,14)
		Yalıtkanlığı fazla olduğu için.	1 (3,13)	Diğer	3 (10,71)		
		Direnci arttırıp daha az Watt ile çalışabilmesi için.	1 (3,13)				
		Klimaya normalden daha fazla volt gerektiği içi bunu kaldırabilen kablolar gereklidir.	1 (3,13)				
		Klimanın yükünü kaldırabilmesi için.	1 (3,13)				
		Bilmiyorum	3				
		Diğer	1 (3,13)				

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının ön testte %46,88 iken son testte %40,63 olduğu görülmektedir. Oranlar arasında büyük bir fark olmamakla birlikte son testte azalma olmuştur. Ancak her iki testte de deney grubunda önemli oranda katılımcının beklenen cevabı verebildiği görülmektedir. Bununla birlikte, son testte sayısal olarak bir miktar düşüş olmasına rağmen, getirilen açıklamaların ön teste kıyasla daha detaylı ve anlaşılır ifadeler oldukları görülmektedir. İfadelerin içerikleri incelendiğinde ön testteki ifadelerde çoğunlukla *klimanın voltajı, direnci ve akımı* üzerinden açıklamalar yer alırken son testte *devrenin direnci, kablounun direnci, devreden geçen akım* kavramlarına odaklanıldığı görülmektedir. Bu değişime bakıldığında deney grubunun aslında olumlu yönde bir değişim de sergilediği, bu değişimin onların kavramsal şemalarını tamamen olmasa bile kısmen değiştirebildiği söylenebilir. Bu yönüyle deney grubunda uygulamalar sonrasında kavramsal anlama bakımından olumlu değişimler gözlemlenmiştir. Ayrıca *Diğer* olarak tanımlanan cevapların ise son testte azaldığı, bu cevapların soru ile ilişkili kavramlara yaklaştığı görülmektedir.

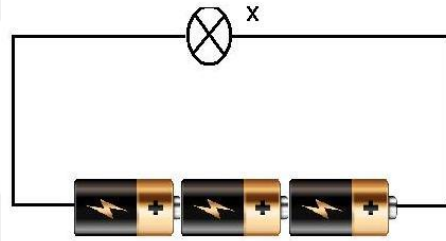
Kontrol grubu incelendiğinde ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların sayısında %7,14 oranında bir artış olmuştur. Cevaplar ön testte büyük oranda (%39,29) *kablounun direnci* ve *kablodan geçen akım* üzerinden verilirken, son testte soruda verilen olayı büyük oranda *akım* ile açıkladıkları görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevapların ise çoğunlukla elektriğin tehlikelerinden korunmak üzerine olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda bilimsel olarak kabul edilebilir ve kısmen kabul edilebilir cevapların oranının ön testte %53,57 iken son testte 57,14 olması, kontrol grubunun uygulamalar öncesinde de sonrasında da soruyu büyük oranda cevaplayabildiklerini göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarının durumları karşılaştırıldığında, deney grubunda nicel anlamda bilimsel cevaplarda bir miktar azalma görülmesine rağmen, cevapların içerisinde kullanılan kavramların daha anlaşılır ve doğru kavramlar ile yer değiştirdiği görülmüştür. Bu anlamda deney grubunda uygulama sürecinin kavramsal anlama üzerinde olumlu bir etkisinden bahsedilebilir. Diğer yandan kontrol grubunda bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda nicel olarak bir artış olmakla birlikte, kullanılan kavramların aynı kavramlar olduğu ve aynı ön testteki açıklamalarla benzer ilişkiler üzerinde açıklamalar yapıldığı görülmüştür. Kontrol grubunda kavramsal olarak

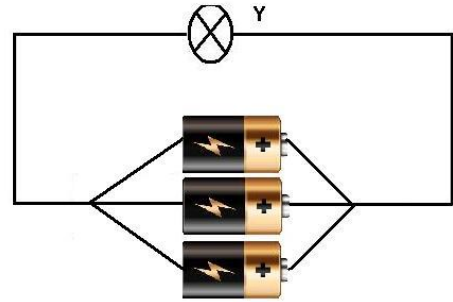
farklılaşma olmamasına rağmen bu kavramları ifade edenlerin sayısı ise artış göstermiştir. Bu durum göstermektedir ki hem deney hem de kontrol grubundaki uygulamaların olumlu etkilerinden bahsetmek mümkündür. Ancak deney grubunda meydana gelen değişimler, kullanılan kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin çeşitlenmesi üzerine iken, kontrol grubunda ön testte var olan kavramlara değinenlerin sayısı konusunda olmuştur. Yapılan deneyler her iki grupta da katılımcıların kavramlar arası ilişkileri anlamlandırmaları üzerine etkili olurken, deney grubundaki uygulamaların olumlu yönde kavramsal değişimleri de sağlayabildiği söylenebilir.

i) KAT 9. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 9:



I



II

Özdeş ampul ve piller ile çalıştırılan şekildeki devrelerde her iki devrede de birer pil boş olduğu bilinen bir pil ile değiştiriliyor. Bu müdahalenin ardından devrelerde bir değişim meydana gelir mi? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektrik devrelerinde şekildeki gibi bağlanan kapalı devrelerin her ikisinde de elektrik akımı oluşur. Pillerin bağlanma şekilleri yalnızca devrelerin toplam gerilim ve akım değerlerinin farklı olmasına sebep olur. Ancak her iki durumda da akım geçer. Fakat devredeki pillerin birer tanesinin boş yani bitmiş bir pil ile değiştirilmesi durumunda birinci devrenin toplam gerilimi azalacağından ampulün parlaklığı da azalacaktır. İkinci devrede ise devrenin toplam gerilimi aynı kalacağından ampul parlaklığında bir değişim olmayacaktır. Ayrıca ikinci devrede yanma süresinde azalma

olacaktır. Bu soruda öğrencilerden pil değişiminin ardından ilk devrede ampul parlaklığının azalacağını, ikincide değişmeyeceğini ifade etmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte toplam çalışma süresi açısından karşılaştıran öğrencilerin de ikinci devrede çalışma süresinin kısılacağını belirtmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 24’te verilmiştir:



Tablo 24
KAT 9. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Birincide parlaklık azalır ikincide değişmez.	8 (25,00)	Birincide ampul parlaklığı azalır ikincide değişmez. Birincide parlaklık ikincide yanma süresi azalır.	5 (15,63) 4 (12,50)	Birincide parlaklık azalır ikincide değişmez.	7 (25,00)	Birincide parlaklık azalır ikincide değişiklik olmaz. Birincide parlaklık ikincide yanma süresi azalır.	3 (10,71) 1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Birincide parlaklık değişir ikincide değişmez.	1 (3,13)	İkisinde de ampul yanmaya devam eder.	1 (3,13)	Birincide parlaklık artar, ikincide değişmez.	1 (3,57)	İkisinde de parlaklık azalır.	6 (21,43)
Birincide parlaklık azalır ikincide artar.	3 (9,38)	Birincide parlaklık artar ikincide değişmez.	3 (9,38)	İkisinde de ampul parlaklığı değişmez.	1 (3,57)		
Birincide parlaklık artar, ikincide değişmez.	1 (3,13)	Birincide parlaklık değişir ikincide değişmez.	1 (3,13)	Birincide ampul yanmaz ikincide parlaklıkta değişim olmaz.	1 (3,57)		
Birincide parlaklık azalır, ikincide ampul yanmaz.	1 (3,13)	Birincinin parlaklığı ve yanma süresi azalırken ikincinin sadece süresi azalır.	1 (3,13)				
Birincide değişiklik olmaz ikincinin yanma süresi azalır.	1 (3,13)	Birincinin parlaklığı azalır ikincinin artar.	2 (6,25)				
		İkisinin de parlaklığı azalır.	2 (6,25)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Parlaklık azalır.	5 (15,63)	Birincide ampul söner ikincide yanmaya devam eder.	1 (3,13)	Birincide değişim olmaz, ikincide değişim olur.	1 (3,57)	Birincide değişiklik olmaz ikincide parlaklık azalır.	1 (3,57)

İkisinde de değişim olmaz.	3 (9,38)	İkisinde de potansiyel fark azalır.	1 (3,13)	Akımların bir kutuptan diğer kutba gitme süreleri birincide değişmezken ikincide artabilir.	1 (3,57)	Birincide değişiklik olmaz ikincide akım azalır.	1 (3,57)
Birinci değişmez ikincide parlaklık azalır.	1 (3,13)	Bir değişim olmaz.	2 (6,25)	Parlaklıklar azalır.	2 (7,14)	Birincide devre çalışmaz ikincide parlaklık azalır.	2 (7,14)
İkisinin de parlaklığı değişir.	1 (3,13)	Birincide parlaklık artar ikincide azalır.	1 (3,13)	Devrelerde değişim meydana gelir.	1 (3,57)	Akım ve gerilimler değişir.	1 (3,57)
Birincide ampul yanmaz, ikincide parlaklık azalır.	1 (3,13)	Birincide yanma süresi ikincide ise parlaklık azalır.	1 (3,13)	Birinci ampul daha parlak diğeri daha sönük yanar.	1 (3,57)	Devreden geçen akım artar.	1 (3,57)
Birincide ampul yanmaz, ikincide yanmaya devam eder.	2 (6,25)	Birinciden akım geçmez ikincide değişiklik olmaz.	1 (3,13)	Akımlar artar.	1 (3,57)	Devreler daha düşük enerji ile çalışır.	1 (3,57)
Diğer	4 (12,50)	Devrelerdeki gerilimler değişir.	1 (3,13)	Akımlar ve parlaklıklar azalır.	1 (3,57)	Ampul parlaklıkları değişir.	1 (3,57)
		Birinci devre daha az çalışır.	1 (3,13)	Birincide ampul yanmaz, ikincide parlaklık azalır.	3 (10,71)	Birincide süre ikincide parlaklık azalır.	1 (3,57)
		Birinci daha fazla yanar, diğerinde değişim olmaz.	1 (3,13)	Birinci ampul yanmaz.	1 (3,57)	Birincide ampul söner ikincide yanmaya devam eder.	5 (17,86)
		Akım ve parlaklık azalır.	1 (3,13)	Birincide değişim meydana gelir ikincide gelmez.	1 (3,57)	Birincide değişiklik olmaz ikincide ampul söner.	1 (3,57)
		Birincide değişiklik olmaz ikincinin akımında değişiklik olur.	1 (3,13)	Birincide ampul yanmaz, ikincide yanmaya devam eder.	2 (7,14)	Birincide akım geçmez ikincide değişiklik olmaz.	1 (3,57)
		Piller erken biter.	1 (3,13)	Bilmiyorum	1 (3,57)	Diğer	2 (7,14)
				Diğer	2 (7,14)		

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranında artış olduğu görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplarda ön testte öğretmen adaylarının *ampul parlaklığı* veya *ampulün yanma süresi* değişkenlerine odaklandıkları ve cevaplarını bu değişkenlerden birisi üzerinden verdikleri görülmektedir. Son testteki bilimsel cevaplara bakıldığında ise öğretmen adaylarının %15,63’ü yine ampul parlaklığına ilişkin yorum yaparken %12,50’lik bir bölümün cevapları içerisinde hem ampul parlaklığı hem de yanma süresi değişkenlerine ilişkin değişimleri yorumladıkları görülmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının bu noktada son testte devreye çok yönlü bakabildikleri söylenebilir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” düzeydeki cevaplarda ise genellikle devrelerden birisine ilişkin ifadenin doğru, diğerine ilişkin ifadenin ise hatalı olduğu görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında, bu kategorideki cevapların ön testte %53,13 oranında iken son testte oranın %40,63’ e düştüğü görülmektedir. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilemez düzeydeki cevaplar detaylı incelendiğinde çoğunlukla doğru değişkenlere odaklanıldığı, ancak devrelerdeki değişimin yanlış açıklandığı dikkat çekmektedir. Bazı ifadelerde ise devrelerden birisinden akım geçemeyeceği ve ampulün yanmayacağı belirtilmiş, son testte bu ifadelerin sayısında da azalma meydana gelmiştir. *Diğer* başlığı altında toplanan ve soruya ait kavramlar ile ilişkisiz olan cevapların ise ön testte oranı %12,50 iken son testte %0 olduğu görülmektedir.

Kontrol grubunda ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının %25 den %14,29’a düştüğü, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranının ise %10,71’den %21,43’e yükseldiği görülmektedir. Bulgular, öğretmen adaylarının bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplardan bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir cevaplara doğru bir değişim gösterdiklerine işaret etmektedir. Bu cevaplar incelendiğinde ise ön test içerisinde yalnızca *ampul parlaklığı* üzerinden açıklamalar yapıldığı, son testte ise ampul parlaklığına ek olarak yalnızca 1 katılımcının *ampulün yanma süresine* değindiği görülmektedir. Ayrıca cevaplarda dikkat çeken bir diğer nokta ise ifadelerin devrelerin her ikisini de kapsayacak şekilde genel yargılara doğru yoğunlaşmasıdır. Son testte iki devrenin değişikliğe aynı tepkileri vereceğine ilişkin cevapların daha ağırlık kazandığı görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez”

cevaplarda ise seri elektrik devresinde müdahale sonrasında akım geçmeyeceğini belirtenlerin oranının son testte önemli ölçüde arttığı da dikkat çekmektedir.

Deney ve kontrol gruplarının karşılaştırması yapıldığında, nicel anlamda bilimsel olarak kabul edilebilirliği ve kısmen kabul edilebilirliği bulunan cevaplar deney grubunda artarken kontrol grubunda sabit kalmıştır. Buna ek olarak, deney grubunun uygulamalar sonrasında kavramlara ilişkin ifadelerinin daha detaylı ve çok yönlü olduğu, devrede aynı anda meydana gelebilecek değişimlere genel bir çerçevede bakabilenlerin oranının arttığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise devrelere hem ön hem de son testte aynı açıdan baktıkları, ifadelerindeki kavramları kullanma ve ilişkilendirme durumlarında bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol grubunun son testinde devrelerden birisinde akımın hiç geçmeyeceğini söyleyenlerin oranında artış olurken, deney grubunda kavramlar ile ilişkisiz cevaplar verenlerin oranında bir azalma görülmüştür. Bu bulgulara bakılarak deney grubunda yürütülen uygulamaların soruya ilişkin kavramsal anlamalar üzerinde olumlu etkileri olduğu söylenebilir.

j) KAT 10. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 10: Dizüstü bilgisayarlarınızı şarj ettikten sonra şarj aletlerini prizden çıkarmanıza rağmen şarj gösterge ışığı birkaç saniye boyunca yanmaya devam eder. Bunun sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Şarj aletlerinin prizden çıkarıldıklarında bir süre daha ışıklarının yanması, kapatılan hoparlörlerden kısa bir süre daha ses gelmesi gibi olaylar elektrik devrelerinde kullanılan kondansatörlerin bir etkisidir. Kondansatör, ya da sığaç, bir elektrik devresinde elektrik yükü depolamaya yarayan devre elemanıdır. Elektrik devresinden elektrik akımı geçtiğinde kondansatörlerde yük birikmesi meydana gelir. Kondansatörün sahip olduğu kapasite (sığa) doğrultusunda depoladığı yük, elektrik devresinde güç kaynağı devre dışı kaldığı anda boşalır. Bu yük boşalması devrede kısa süreli bir akım geçmesine sebep olur. Elektrik devrelerinde bu kısa süreli ve azalan gerilime sahip akım, devrenin akımının ani bir şekilde kesilmesini önleyerek elektrikli aletlerin zarar görmesini önler. Bu doğrultuda öğrencilerin bu soruda ışığın bir süre daha yanmasının sebebi olarak şarj aletinde yer alan kondansatörün boşalma sırasında

oluşturduğu elektrik akımını göstermeleri ve durumu devrede yer alan kondansatör ile açıklamaları beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 25’te verilmiştir:



Tablo 25
KAT 10. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Şarj aletinde depolanan akım bilgisayara geçtiği için.	4 (12,50)	Kondansatörde depolanan enerji kullanıldığı için.	24 (75,00)	Adaptördeki sığaç içerisinde biraz elektrik akımı kaldığı için.	1 (3,57)	Kondansatörde depolanan enerji kullanıldığı için.	12 (42,86)
		Şarj aletlerinin içinde elektrik depolayan küçük birimler vardır. Bu birim sayesinde.	1 (3,13)	Çünkü o bölme bir kondansatör görevi görerek depolama yapar.	1 (3,57)	Şarj aletinde biriken akım kullanıldığı için.	1 (3,57)
				Şarj aletinde depolanan yük sayesinde yanar.	1 (3,57)	Fiş prizden çektiğimizde şarj aletinde depolanan yükler kullanılır.	1 (3,57)
				Çünkü şarj aletinin içerisinde bir miktar elektrik akımı depolanır.	1 (3,57)	Şarj aleti akımı bir miktar depo ettiği ve onu kullandığı için.	1 (3,57)
						Prizden gelen akım depo edildiği için o bitene kadar devam eder.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Şarj aletinin içerisinde bulunan tel bobininde bir miktar yük depolu kaldığı için.	1 (3,13)			Hala devreden geçen bir akım olduğu için.	1 (3,57)	Akım geçmeye devam ettiği için.	1 (3,57)
Şarj aletlerinde normal elektrik devresinden farklı olarak geçen akım birkaç saniye sonra durduğu için.	1 (3,13)						
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Elektrik pile aşırı yüklendiğinden prizde takılı gibi davranır.	1 (3,13)	Kablodaki yükler sıfırlanmadığı için.	1 (3,13)	Şarj cihazı sıcak olduğu ve hemen soğumadığı için.	1 (3,57)	Kablodan geçen akım devam ettiğinden.	2 (7,14)

Prizden çıkardığımız an kabloya geçmiş olan elektrik pile akmaya devam ettiği için.	13 (40,63)	Kablodan geçen akım devam ettiğinden.	2 (6,25)	Kablodaki akımın tamamı bilgisayara geçmediği için.	1 (3,57)	Prizden çıkardığımızda kabloda kalan akım devam ettiği için.	2 (7,14)
Elektronların hareket etmek için uyguladığı kuvvetten dolayı.	1 (3,13)	Fişi prizden çektiğimizde kabloda kalan akım devam eder.	2 (6,25)	Adaptörde biriken akım kullanıldığı için.	1 (3,57)	Akım etkisini bir süre devam ettirdiği için.	2 (7,14)
Elektrik akımı hala devam ettiği için.	2 (6,25)	Kabloda kalan elektrik enerjisinden dolayı.	1 (3,13)	Prizden gelen akım fazla olduğu için şarj aletinde toplanmış.	1 (3,57)	Şarj aleti prizden güç yüklemeyi hemen kesmediği için bir süre devam eder.	1 (3,57)
Kablodaki elektrik birden gitmediği için.	1 (3,13)	Potansiyel fark eşitlenene kadar yanmaya devam eder.	1 (3,13)	Prizden çıkardığımız an kabloya geçmiş olan elektrik pile akmaya devam ettiği için.	6 (21,43)	Kablo hala elektrik yüklü olduğundan.	1 (3,57)
Şarj aletinde birikmiş bir akım kaldığı için.	1 (3,13)			Şarj aletinin içerisinde bir miktar enerji kaldığı için.	1 (3,57)	Fişi çektiğimizde kablodaki akım hemen kesilmediği için.	1 (3,57)
Fişi prizden çıkardığımızda fişin ucu havada yer alan yükler ile etkileşime geçerek kısa süreli akım oluşmasına sebep olur.	1 (3,13)			Çünkü içinde hala enerji vardır ve sıcaktır.	1 (3,57)	Elektriğin hala şarj aletinde olması.	1 (3,57)
Şarj aleti kendi içerisinde elektriği dengelemeye çalışır, o süreçte yanar.	1 (3,13)			Kablodan geçen enerji bir anda tükenmiyor olabilir.	1 (3,57)	Diğer	1 (3,57)
Hala yük geçişi oluyordur.	1 (3,13)			Elektriğin şarj aletinde bir anda bitmemesinden dolayı.	1 (3,57)		
Bilmiyorum	1 (3,13)			Biriken akım kullanıldığı için.	1 (3,57)		
Diğer	3 (9,38)			Kablodaki akımın tamamı bilgisayara geçmediği için	1 (3,57)		
				Şarj aleti hala sıcak ve içinden akım geçmeye devam ettiği için.	1 (3,57)		
				Bilmiyorum	2 (7,14)		
				Diğer	4 (14,29)		

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların son testte önemli bir oranda artış göstererek %78,13’e yükseldiği görülmektedir. Bu nicel artışa ek olarak verilen cevapların da kavramsal anlamda değişim gösterdiği dikkat çekmektedir. Ön testte verilen cevaplarda *şarj aleti içerisinde depolanan akım* olarak bahsedilen bir kavram varken, son testte cevapların büyük bölümünde *kondansatör* kavramına yer verildiği görülmektedir. *Kondansatör* kavramını doğrudan kullanmayan cevapların ise *elektrik akımı depolayan birimler* olarak ifade edilmesi, kondansatör kavramının ne olduğunu büyük oranda kavradıklarının göstergesi sayılabilir. Diğer yandan “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında bu cevaplar arasında *kabloda önceden kalan akım* şeklinde bir kavramdan bahsettikleri ve soruda belirtilen duruma bu akımın sebep olduğunu belirttikleri görülmektedir. Yani *bir su hortumu içerisinde kalan su- elektrik kablosunda kalan akım* şeklinde bir metaforla durumu açıklamaya çalıştıkları dikkat çekmektedir. Son testte ise bu metaforu kullanan cevapların oranının %43,75’ten %9,38’e düştüğü görülmektedir. Dolayısıyla deney grubundaki bu hatalı metaforu birçok katılımcının uygulamalar sonrasında kurmadıkları görülmüştür.

Kontrol grubuna bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranında son testte bir artış olduğu ve oranın %14,29’dan %57,14’e yükseldiği görülmektedir. Bu kategoride verilen cevaplar incelendiğinde ise deney grubundan farklı olarak ön testte 2 katılımcının *kondansatör veya sığaç* kavramından bahsettiği ve bu kavramlar ile durumu açıkladıkları görülmektedir. Son testte ise kondansatör kavramını kullananların oranı %42,86’ya çıkmıştır. Buradaki artış deney grubundakine kıyasla daha az olmakla birlikte deney grubunda olduğu gibi son testte cevaplar aynı kod altında toplanmamıştır. Aksine cevapların bir kısmı durumu *şarj aletinde depolanan akım* ifadesi ile açıklamışlardır. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise gerek ön test gerekse son testte *su hortumu-elektrik kablosu* metaforunu kullanan katılımcıların olduğu görülmektedir. Bu katılımcıların oranı ise ön testte %32,14 iken son testte %25 çıkmıştır. Değerde bir azalma olmasına rağmen son testteki orana bakıldığında kontrol grubunun önemli bir kısmının bu hatalı metaforu kullanmaya devam ettikleri görülmektedir.

Bu bulgulara dayanarak deney grubunda gerek nicel gerekse nitel anlamda olumlu değişimlerin görüldüğü, *kondansatör* kavramının tanımı ve işlevi konusunda daha

anlamli cevaplara dogru bir değişim meydana geldiği söylenebilir. Bununla birlikte hatalı metafor kullanım oranının azalması, kavramın işlevinin daha dogru şekilde kazandırılabilidiğinin göstergesi sayılabilir. Kontrol grubunda ise nicel anlamda bir gelişme görölmekle birlikte, kullanılan kavramlarda da olumlu bir değişim meydana geldiği, ancak bu değişimin de deney grubuna kıyasla daha az olduğu görölmüştür. Kontrol grubunda son testte bilimsel cevapların bir kısmının *kondansatör* kavramını kullanmadan açıklamalar getirdiği, deney grubunda ise aynı kategorideki cevapların kondansatör kavramı üzerine odaklandığı görölmektedir. Ayrıca hatalı metafor kullanımı konusunda kontrol grubunda son testte önemli oranda cevabın bu metaforu kullanmaya devam ettiği belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda uygulamalar sonrasında deney grubunun kontrol grubuna kıyasla daha fazla gelişim gösterdiği, dogru kavramsal öğrenmelerin daha fazla geręekleştięi söylenebilir.

k) KAT 11. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 11: Basit bir seri devreye tam doldurulmuş 2 kondansatörü önce seri sonra paralel bağladığınızda (pil devre dışı bırakılarak) devrede ne gibi değişimler olabilir? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Kondansatörler elektrik devrelerine hem seri hem de paralel olarak bağlanabilirler. Devreye seri olarak bağlanan iki özdeş kondansatörün toplam sığası $1/C_{\text{eş}} = 1/C_1 + 1/C_2$ şeklinde olmaktadır. Yani elektrik devresi çalıştığında bu kondansatörler toplamda bu büyüklükte bir yük depolayabilir. Paralel bağlandıklarında ise toplam sığa $C_{\text{eş}} = C_1 + C_2$ şeklinde olur. Yani devrenin toplam yük depolama kapasitesi daha fazla olabilmektedir. Bu soruda öğrencilerin seri bağlıyken daha yüksek bir toplam gerilim sunacaklarını ancak daha kısa süreli çalışacaklarını, paralel bağlıyken ise daha düşük bir toplam gerilim ile daha uzun süreli çalışacaklarını ifade etmeleri beklenmektedir. Yani seri ve paralel bağlı iki pil ile aynı özelliği göstereceklerini fark ederek benzer karşılaştırma sonuçlarını ifade etmeleri beklenmektedir. Kondansatörlerin kısa süreli bir akım sağladıkları bilinmekle birlikte, bu soruda esasen öğrencilerin kondansatörlerin boşalma sürecinde devredeki davranışlarının pilden farksız olduğunu ortaya koymaları beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 26’da verilmiştir:



Tablo 26
KAT 11. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Seri bağladığımızda daha parlak paralelde daha sönük yanar ampuller. Ancak daha uzun yanar.	2 (6,25)	Paralelde elektrik daha fazla depo edilir ve devreyi daha uzun süre çalıştırır.	2 (6,25)	Paralel bağladığımızda devre daha uzun süre çalışır.	1 (3,57)	Paralelde daha fazla elektrik depolanır.	3 (10,71)
Devrenin çalışma ömrü uzar.	1 (3,13)	Seride ampulün yanma süresi daha az olur	2 (6,25)	Seri bağlıyken ampul daha parlak, paralelde daha az parlak olur.	1 (3,57)	Paralelde devrenin akımı kesilince ampul daha uzun yanar.	1 (3,57)
		Seri bağlıda sığa azalır, paralel bağlıda artar.	2 (6,25)			Seri bağladığımızda kondansatördeki yük daha kısa sürede boşalır.	2 (7,14)
		Seride devredeki akım süresi daha az olur.	4 (12,50)			Paralel bağlayınca seriye göre daha az parlak ama uzun yanar.	1 (3,57)
		Paralel bağlandığında enerji depolama süresi artar.	1 (3,13)			Devrelerdeki eşdeğer sığalar artar.	1 (3,57)
						Paralel olunca devrenin elektriği daha uzun devam eder	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Devredeki ampul parlaklığı değişir.	1 (3,13)	Bağlama şekliinden dolayı enerjileri harcama süreleri farklı olur.	1 (3,13)	Devredeki gerilimler değişir.	1 (3,57)	Işığın yanma süreleri değişir.	1 (3,57)
Devreden geçecek olan akım ve ampul parlaklığı farklı olur.	1 (3,13)	Devredeki akım değişir.	2 (6,25)			Ampul yanma süreleri değişir.	1 (3,57)
		Devreden geçecek olan kısa süreli akımın süresi değişir.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	

Kondansatör nedir bilmiyorum.	3 (9,38)	Devreye sadece seri bağlanır.	1 (3,13)	Kondansatör nedir bilmiyorum.	7 (25,00)	Seri bağlıyken daha çok yük depo eder.	4 (14,29)
Seri bağlamada gerilim daha fazla, paralelde daha az olur.	1 (3,13)	Yalnızca seri bağlıda depolama yapar.	1 (3,13)	Kondansatör devreye seri bağlanır, paralelken bir işlevi olmaz.	1 (3,57)	Seri bağlandığında değişiklik olmaz paralel bağlayınca değişiklik olur.	1 (3,57)
Paralel bağladığımızda ampul daha iyi yanar, enerji kaybı daha az olur.	1 (3,13)	Paralelde ampulün yanma süresi kısılır.	1 (3,13)			Kondansatör yalnızca paralel bağlanır.	1 (3,57)
Seri bağlayınca devreden geçen akım artar, paralelde değişiklik olmaz.	1 (3,13)	Paralel bağlıyken daha yüksek bir değer gösterir	1 (3,13)	Kondansatörü tam hatırlamıyorum ama seri bağlıyken ampuller daha az parlak olabilir. Paralelde ise değişim olmayabilir.	1 (3,57)	Paralel bağlıyken daha çok güç gösterir.	1 (3,57)
Devreye paralel bağlandığında devredeki akım azalır, seri bağlandığında ise artar.	1 (3,13)	Seri bağlı olduğunda daha fazla enerji depolayarak daha uzun süre akım geçmesini sağlar.	1 (3,13)	Kondansatörün ne işe yaradığını hatırlamıyorum ama pil gibi düşünersek seri bağlandığında parlaklık artar, paralelde değişim olmaz.	1 (3,57)	Kondansatör sayısı değişmediği için bir değişiklik olmaz.	1 (3,57)
Kondansatör devredeki direnci artırır. Paralel bağlıyken daha az artırır.	1 (3,13)	Seride ampul daha uzun süreli yanar.	2 (6,25)	Devrenin akımı seride değişmez iken paralelde ikisine ayrılacağı için yarıya iner.	1 (3,57)	Seri bağladığımızda devreye daha çok enerji gider.	1 (3,57)
Gerilim ve akım değerleri farklı olur.	1 (3,13)	Paralelde devreden geçen akım az olur	1 (3,13)	Paralel bağlandığında daha fazla akım geçer ve devredeki ampuller daha parlak yanar.	1 (3,57)	Seri bağlarsak gerilim azalır paralel bağlarsak artar.	1 (3,57)
Paralel bağlandığında devredeki ampullerin parlaklığı düşer. Ayrıca devredeki akım değişir.	1 (3,13)	Seri bağladığımızda daha çok akım hapsedir.	1 (3,13)	Bir değişiklik olmaz	1 (3,57)	Seri bağladığımız kondansatörler akımın geçmesinde iyiyken paralel bağlıda daha kuvvetlidir.	1 (3,57)
Seri bağlıda ampul daha çok yanar ama paralelde parlaklık daha fazla olur.	1 (3,13)	Bir değişim olmaz.	1 (3,13)	Paralel bağladığımızda ampul seridekine göre daha parlak yanar.	1 (3,57)	Seri bağladığımızda devre daha uzun süre çalışır.	1 (3,57)
Paralel bağlayınca yük geçişi olmaz.	1 (3,13)	Paralelde devre çalışmaz.	1 (3,13)	Bilmiyorum	8 (28,57)	Devreden geçen akım artar.	2 (7,14)
Bağlı oldukları devredeki ampul parlaklıkları ve akımlar farklı olur.	1 (3,13)	Bilmiyorum	5 (15,63)	Diğer	3 (10,71)	Bilmiyorum	3 (10,71)
Bilmiyorum	12 (37,50)	Diğer	1 (3,13)				
Diğer	2 (6,25)						

Cevaplar incelendiğinde, deney grubunun “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplarında son testte önemli oranda artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ön testten farklı olarak son testte verilen cevaplar içerisinde *ampul süresi*, *depolama süresi*, *sığa*, *devrenin çalışma süresi* gibi değişkenlerden daha fazla bahsedildiği görülmektedir. Bu değişkenlerden bahsedilmesi, kondansatörlerin devredeki görevi ve devre elemanları ile ilişkileri konusunda anlamlandırmaların arttığının göstergesi sayılabilir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ise ön testte *ampul parlaklığına* yer verilirken son testte *akım süresine* yer verildiği ve cevap oranının da arttığı görülmektedir. Ancak bu cevaplar ilgili değişkenlerde meydana gelebilecek değişikliğin yönünü belirtmediklerinden “kısmen kabul edilebilir” kategorisinde incelenmişlerdir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise ön testte dikkat çeken “*Kondansatör nedir bilmiyorum*” ifadesinin son testte yer almadığı görülmektedir. Bununla birlikte son testte soruya *Bilmiyorum* cevabını verenlerin oranı %37,50’den %15,63’e düşmüştür.

Kontrol grubunda ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranı artarken ifadelerin de çeşitlendiği görülmektedir. Ön testte yer alan *ampulün parlaklığı*, *akım geçme süresi* ve *akım miktarı* değişkenlerine ek olarak son testte *depolanan elektrik miktarı*, *eşdeğer sığa*, *ampulün yanma süresi* değişkenlerine yer verilmiştir. “Bilimsel olarak kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranına bakıldığında ise ön testte %10,71 iken son testte önemli bir artışla %39,29’e yükseldiği görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplar incelendiğinde ise *kondansatör* kavramını bilmediğini ifade edenlerin oranı ön testte %32,14 iken son testte %0 olduğu görülmektedir. Ayrıca *Bilmiyorum* ve *Diğer* başlıklarının oranları da önemli bir düşüş göstermiştir.

Deney ve kontrol gruplarının her ikisi de uygulamalar sonrasında bu soruya verdikleri cevaplarda önemli bir gelişme göstermişlerdir. Her iki grupta da son testte bilimsel olarak kabul edilebilirliği artan cevapların verildiği görülmüştür. Ayrıca her iki grupta da durumu açıklamak üzere kullanılan kavramların ve değişkenlerin çeşidi artmış, ifadeler daha açıklayıcı hale gelmiştir. Bu bulgulara dayanarak uygulamalar sonrasında her iki grubun da *kondansatör* kavramını ve işlevini büyük oranda kavrayabildikleri ve grupların uygulama süreci sonrasında birbirlerine benzer gelişmeler gösterdikleri söylenebilir.

1) KAT 12. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 12: Bir masanın üstüne konulan toplu iğne, masanın altındaki mıknatıs ile hareket ettiriliyor. Arada ahşap masa yüzeyi olmasına rağmen, masanın altındaki mıknatısın toplu iğneyi hareket ettirebilmesinin sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Mıknatısların belirli bir manyetik alanı vardır. Bu manyetik alan içerisine giren demir, nikel, kobalt gibi ferromanyetik (bağıl manyetik geçirgenliği yüksek) maddeler mıknatısın etkisine girer ve mıknatıs tarafından çekilirler. Soruda bahsedilen toplu iğne, mıknatısın manyetik alanı içerisinde kaldığından mıknatıs tarafından çekilmektedir. Arada yer alan ahşap masa mıknatısın manyetik alanını farklı bir yöne yönlendirebilecek bir malzeme değildir. Bununla birlikte toplu iğnenin hareket edebiliyor olması, masa üzerindeki iğnenin halen manyetik alan sınırlarının içerisinde olduğunu göstermektedir. Bu sebeple ahşap masanın burada bir etkisi olmamaktadır. Bu soruda öğrencilerden masa kalınlığının iğneyi manyetik alan sınırlarından uzaklaştıracak kadar kalın olmadığını, dolayısıyla iğnenin manyetik alanın etkisinde kalmaya devam ettiğinden hareket ettiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 27’de verilmiştir:

Tablo 27
KAT 12. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Mıknatısın çekim alanı büyük ve etkili olduğu için.	2 (6,25)	Mıknatısın manyetik alanı geniş olduğundan masa onu engellememiştir.	1 (3,13)	Masa mıknatısın manyetik alanını etkileyemediği ve iğne alanın içerisinde kaldığı için.	2 (7,14)	İğne mıknatısın manyetik alanının içinde kaldığından.	4 (14,29)
Ahşap masanın manyetik alana bir etkisi olmadığı için.	1 (3,13)	İğne mıknatısın manyetik alanının içinde kaldığından.	11 (34,38)	Mıknatıs ve iğne çekimin gerçekleşebileceği bir mesafede olduğu için.	1 (3,57)	Masa mıknatısın manyetik alanını etkileyecek düzeyde kalınlığa sahip olmadığından.	1 (3,57)
Masa mıknatısın çekim mesafesini aşmadığı için.	1 (3,13)	Tahta mıknatısın manyetik alanını etkilemez.	1 (3,13)	Manyetik alan iğneye etki edebilecek büyüklükte olduğundan.	1 (3,57)	Aradaki masa mıknatısın manyetik alan çizgilerini etkilemez ve alan içerisinde kaldığı için iğneyi çeker.	1 (3,57)
Manyetik alanı masa etkilemediği için.	1 (3,13)	Masa mıknatısın manyetik alanını etkilemediğinden.	2 (6,25)			Oluşan manyetik alanın kuvvetli olmasından dolayı masa arada olmasına rağmen iğneyi etkileyebilir.	1 (3,57)
Masa etkileşime engel değil.	1 (3,13)	Mıknatısın manyetik alan kuvveti fazla olduğundan.	1 (3,13)				
İğne manyetik alanın içerisinde kaldığı için.	1 (3,13)	Aradaki masa mıknatısın manyetik alan çizgilerini etkilemez ve alan içerisinde kaldığı için iğneyi çeker.	1 (3,13)				
Masa çekim mesafesinin aşılmasına sebep olmadığı için bir etkisi olmamıştır.	1 (3,13)						
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Mıknatıs güçlü olduğu için.	5 (15,63)	Mıknatıs güçlü olduğundan masadan etkilenmez.	5 (15,63)	Mıknatısın çok güçlü bir çekim kuvveti olduğu için etkisi değişmemiştir.	6 (21,43)	Mıknatıs güçlü olduğundan masadan etkilenmez.	7 (25,00)
Manyetik alan önündeki engelden etkilenmeyeceği için.	1 (3,13)	Ahşap masa mıknatısın çekim kuvvetini etkilemediğinden.	1 (3,13)	Mıknatısın manyetik alan gücüdür.	1 (3,57)	Mıknatısın manyetik alanı sayesinde.	2 (7,14)

				Ahşap masa ince olduğundan.	1 (3,57)	İğne ile mıknatıs arasında manyetik alan çekimi olduğu için.	1 (3,57)
				Masa mıknatısın çekimini geçirebildiği için.	1 (3,57)		
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Mıknatıs manyetik alan oluşturduğu için.	1 (3,13)	Mıknatısın oluşturmuş olduğu manyetik etki ile hareket eder.	3 (9,38)	Masa yalıtkan bir malzemeden yapıldığı için manyetik alanı doğrudan iletir.	1 (3,57)	Mıknatısın manyetik alanından dolayı hareket eder.	2 (7,14)
Tahtanın nötr olması ve metale etki etmemesinden dolayı.	1 (3,13)	Mıknatıs aradaki yalıtkanın özelliğini azaltarak kendine benzeyen maddeyi çeker.	1 (3,13)	Masa yalıtkan olduğu için çekim gücü fazla olur.	1 (3,57)	Çekim kuvveti devam ettiği için	1 (3,57)
Ahşap masa çekimi etkilemediğinden.	1 (3,13)	Demir ferromanyetik olduğu için.	1 (3,13)	Ahşap masa mıknatısın manyetik alanını etkilemez.	1 (3,57)	Masa mıknatıstan etkilenmediği için harekete etkisi olmaz.	2 (7,14)
Masada metal olmadığı için mıknatısa bir etki göstermez.	1 (3,13)	Tahta yalıtkan olduğu için bir etkisi olmaz.	1 (3,13)	Ahşabın bir etkisi yoktur, iletken değildir.	3 (10,71)	Manyetik alan geniş alana yayılabilme özelliğine sahip olduğundan.	1 (3,57)
Masa elektriği iletmediği için duruma etki göstermemiştir.	1 (3,13)	İğne demir olduğu için.	1 (3,13)	Ahşap masa mıknatıstan etkilenmediği için.	1 (3,57)	Ahşap masa çekime engel değildir.	2 (7,14)
İğnenin kütlesi küçük olduğu için.	1 (3,13)	Manyetik alandan dolayı engel yokmuş gibi davranır.	1 (3,13)	İğnenin mıknatıs özelliği çok olduğundan.	1 (3,57)	Masanın mıknatısın özelliğine bir etkisi olmaz.	1 (3,57)
Elektrik alan kuvvetinin olması.	1 (3,13)	Diğer	1 (3,13)	Masa elektriğin iletilmesini engellemez.	1 (3,57)	Tahta nötr olduğundan mıknatısın iğneyi çekmesini sağlar.	1 (3,57)
Mıknatıs masayı ve iğneyi yüklediği için.	1 (3,13)			Ahşap, çekim kuvvetini etkilemediğinden.	1 (3,57)	Diğer	1 (3,57)
Aradaki mesafe önemli olduğu için masanın olması önemsizdir.	1 (3,13)			Aralarında manyetik bir çekim olduğu için.	1 (3,57)		
Masa yalıtkan olduğu için.	1 (3,13)			Masa enerjiyi iletmediği için.	1 (3,57)		
Ahşap masanın bir etkisi yoktur.	2 (6,25)			Ahşap nötr olduğu için.	1 (3,57)		
Bilmiyorum	2 (6,25)			Diğer	2 (7,14)		
Diğer	4 (12,50)						

Deney grubunun cevaplarına bakıldığında “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının %25’ten %53,13’e çıktığı dikkat çekmektedir. Bu önemli artışın yanı sıra, ilgili kategorideki ifadelerin içerdiği kavramlarda da değişimler görülmektedir. Ön testte bu cevaplar *çekim alanı*, *manyetik alan*, *çekim mesafesi* kavramlarına yer verirken, son testte *manyetik alan kuvveti*, *manyetik alan çizgileri*, *manyetik alan* kavramlarını içeren cevapların yer aldığı görülmektedir. Ayrıca son testte cevapların %46,88 gibi büyük bir oranının *iğnenin manyetik alan içerisinde kalmaya devam ediyor olması* durumuna odaklandığı görülmektedir. Ön testte ahşap masanın manyetik alana nasıl bir etkisi olduğuna dair net bir ifadeye yer verilmezken son testte ahşap masanın manyetik alan çizgileri üzerine etkisinden bahseden ifadeler yer almıştır. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplarda ise büyük oranda durumu *mıknatısın güçlü olması* ile sınırlandırdıkları görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplarda ise en dikkat çeken nokta *ahşap masanın yalıtkanlığı* ve *ahşap masanın metal olmaması* ile yapılan ilişkilendirmedir. Burada manyetik etkinin elektriksel iletkenlik ile bağdaştırıldığı dikkat çekmektedir. Bu ifadeye yer veren katılımcı sayısı hem ön hem de son testte 2 ile sınırlı kalmıştır. Ayrıca *Bilmiyorum* ve *Diğer* başlıklarına giren cevapları verenlerin oranı ise son testte azalma göstermiştir.

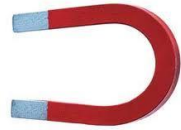
Kontrol grubuna bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplarda %10,71’lik bir artış görülmektedir. Bu kategorideki cevaplara bakıldığında ise ön testte *manyetik alan* ve *çekim kuvveti* kavramlarına yer verildiği, son testte ise ek olarak *manyetik alan çizgileri* ve *ahşap masanın kalınlığı* ile *manyetik etki* arasındaki ilişkiye odaklanıldığı görülmektedir. Katılımcıların %21,43’ü son testte *iğnenin manyetik alan içerisinde kalmaya devam ediyor olması* durumuna cevabında yer vermiştir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise deney grubuna benzer şekilde ön testte *masanın elektriksel iletkenliği* ile *manyetik etkinin* ilişkilendirildiği görülmektedir. Ön testte bu ifadeye yer verenlerin oranı %21,43 iken son testte bu ifadeye yer veren katılımcı olmaması dikkat çekmektedir.

Grupların cevapları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, her iki grupta da uygulamalar sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir düzeydeki cevaplarda, deney grubunda daha fazla olmakla birlikte, bir artış görülmüştür. Bu kategorideki cevaplara bakıldığında ise deney grubunda son testte yer verilen kavramların ön teste kıyasla daha doğru ifade edildiği ve ifadelerde kavramlar arası ilişkilendirmelerin daha iyi

ortaya koyulduğu görülmektedir. Kontrol grubunda da benzer şekilde son testte doğru kavramlara odaklanılmıştır. Deney grubundan farklı olarak kontrol grubunun son testinde *manyetik alan* ve *masanın kalınlığı* arasındaki ilişkiden bahsedilmiştir. Ahşap masa ile ilgili olarak deney grubunun son testinde *tahta-manyetik alan çizgileri* arasındaki ilişkiden özellikle bahsedilirken, kontrol grubunda masanın olası etkisinin ahşap olmasından kaynaklanabileceğine dair ifade yer almadığı görülmüştür. Bulgulara bakıldığında her iki grupta da uygulamalar sonrasında *manyetik alan*, *manyetik alan çizgileri*, *manyetik çekim kuvveti* kavramları konusunda daha doğru ifadelerin yer aldığı ve daha doğru ilişkilendirmelerin yapıldığı görülmüştür. Ancak deney grubunda bu kavramların daha fazla ifade edildiği ve ilişkilendirmelerin daha fazla yapıldığı görülmüştür. Bu noktada uygulamaların iki grupta da kavramsal anlamaların gelişmesini sağladığı, kontrol grubundaki gelişmelerin deney grubuna çok yakın düzeyde gelişme gösterdiği söylenebilir.

m) KAT 13. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 13: Mıknatısa tutturularak bir süre bekletilen toplu iğneyi mıknatıstan ayırıp başka bir toplu iğneye yaklaştırdığımızda onu çektiğini gözlemleriz. Bu durumun sebebini nasıl açıklarsınız?



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Bir mıknatısın manyetik alanına giren ferromanyetik maddeler (demir, nikel, kobalt gibi) mıknatısın manyetik alanının etkisiyle kendi etraflarında bir manyetik alan oluştururlar. Bu sayede mıknatısın etkisi devam ettiği sürece o madde de mıknatıs özelliği gösterir. Buna etki ile mıknatıslanma denir. Eğer bu madde manyetik alanın içerisine girmekle birlikte mıknatısa dokunduruluyorsa geçici mıknatıs özelliği kazanır ve bu özelliği bir süre sonra kaybeder. Buna da dokunma ile mıknatıslanma adı verilir. Bu doğrultuda öğrencilerin sorudaki olayı iğnenin mıknatısa dokunma sonucu kazanacağı geçici mıknatıs özelliği ile veya bu dokunma sonucu kazanacağı geçici manyetik alan ile sağladığını ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 28’de verilmiştir:

Tablo 28
KAT 13. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
İğne mıknatıs özelliği kazandığı için.	5 (15,63)	Mıknatısın iğneye kazandırdığı manyetik alandan dolayı iğne bir mıknatıs görevi görür. İğne mıknatısa dokunduğu için kısa süreli mıknatıs özelliği gösterir. İğne ferromanyetik olduğundan, mıknatısın manyetik alanına girince mıknatıs özelliği kazanır. Mıknatısın özelliği iğneye geçer ve iğne kısa süre mıknatıs özelliği kazanır. Mıknatıstan dolayı iğnenin etrafında oluşan manyetik alan hemen kaybolmaz.	4 (12,50) 4 (12,50) 2 (6,25) 6 (18,75) 1 (3,13)	İğne manyetik alanın etkisiyle mıknatıs özelliği kazanır. İğnede mıknatıstan dolayı çekim alanı oluştuğu için. Etki ile elektrikleterek kısa süreli mıknatıs özelliği kazanmıştır.	5 (17,86) 1 (3,57) 1 (3,57)	İğne mıknatısa temas ettiğinde manyetik alan oluşur ve iğne mıknatıs özelliği kazanır.	13 (46,43)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
İğne mıknatısın yüküyle yüklenip geçici mıknatıs özelliği gösterdiği için.	4 (12,50)	İğne mıknatıstan yüklendiği için mıknatıs özelliği gösterir.	6 (18,75)	Mıknatısın özelliklerinin iğneye geçmesinden dolayı.	2 (7,14)	İğne mıknatıstan yüklendiği için mıknatıs özelliği gösterir.	4 (14,29)
İğne mıknatısın manyetik alanına maruz kaldığı için.	1 (3,13)	İğneler ferromanyetik olduğu için.	1 (3,13)	İğne mıknatıstan yük aldığı için mıknatıslık özelliği kazanmıştır.	2 (7,14)	İğne iletken olduğu için bir süre mıknatıs gibi davranır.	1 (3,57)
İğne ferromanyetik olduğu için çeker.	1 (3,13)						
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	

İğne mıknatıstan yüklendiği için kısa süreli çeker.	7 (21,88)	İğne mıknatıstan aldığı elektrostatik çekme kuvveti ile çeker.	1 (3,13)	Toplu iğne yükle yüklendiği için.	6 (21,43)	İğne ferromanyetik olduğundan kalıcı çekim gücü kazanır.	1 (3,57)
Mıknatısın özelliklerinin iğneye geçmesinden dolayı.	1 (3,13)	Mıknatıs iğneye iletkenlik özelliği kazandırdığı için çeker.	1 (3,13)	İğnedeki elektriklenme bitmediği için.	1 (3,57)	İğne mıknatıs ile bir manyetik kuvvet kazanır ve iğneleri çeker.	1 (3,57)
Mıknatısla iğne arasında yük alışverişi olduğu için.	1 (3,13)	Yükle yüklenen iğne bu yükü boşaltana kadar çekim gösterir.	1 (3,13)	İğnede elektrik olduğu için.	1 (3,57)	Mıknatıs ve iğne arasında yük geçişi olduğundan.	1 (3,57)
Mıknatıs iğnedeki yükleri kutuplaştırdığı için tekrar eski haline gelene kadar mıknatıs özelliği gösterir.	1 (3,13)	İğne kalıcı manyetiklik kazandığından.	1 (3,13)	Mıknatıstaki çekme kuvveti iğneye geçtiği için.	1 (3,57)	Mıknatısın kutbu iğneye alıştığı için bir süre çekmeye devam eder.	1 (3,57)
Aralarındaki elektriksel kuvvet birbirini etkiler.	1 (3,13)	İğne mıknatısla temas edince yüklenir ve diğerlerini çeker.	1 (3,13)	Çekim kuvvetinden doğan enerjiden dolayı.	2 (7,14)	Mıknatıstan aldığı manyetik enerjiyi hemen kaybetmediği için diğerlerini çeker.	1 (3,57)
Mıknatısın yükleri iğneye geçtiği için.	1 (3,13)	Diğer	3 (9,38)	Mıknatısın kutuplarının etkisi iğneye geçtiği için.	1 (3,57)	Mıknatıstan iğneye geçen çekim kuvveti sayesinde çeker.	1 (3,57)
Metaller elektrik akımını iyi iletmediği için.	1 (3,13)			Mıknatıstaki manyetik çekim kuvveti iğnede kaldığı için.	2 (7,14)	Mıknatıstaki çekme özelliği iğneye geçtiğinden.	3 (10,71)
İğneye mıknatıstan geçen akımın mevcut olmasından dolayı.	1 (3,13)			Manyetizma özelliği devam ettiği için.	1 (3,57)	Diğer	1 (3,57)
İğne mıknatıstan elektrik alıyor ve akım oluşuyor. Bu sebeple.	3 (9,38)			Mıknatıstan iğneye manyetik akım geçtiği için.	1 (3,57)		
Mıknatıs özelliğini demire iletmediği için.	1 (3,13)			Diğer	1 (3,57)		
Mıknatıstaki çekme kuvveti iğneye geçtiği için.	1 (3,13)						
Diğer	2 (6,25)						

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, öğretmen adaylarının “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplarının oranının %15,63’ten %53,13’e yükseldiği görülmektedir. Bu cevaplar ön testte yalnızca iğnenin mıknatıslık özelliği kazanması durumuna odaklanırken, son testte dokunma ile mıknatıslanma, ferromanyetik olma, geçici mıknatıslanma gibi kavramlara yer verildiği görülmektedir. Dolayısıyla cevapların sadece sayısının değil çeşitlerinin ve ifadelerdeki detaylarının da arttığı görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ise ön testte *manyetik alan*, *çekim kuvveti* ve *ferromanyetik olma* gibi kavramlara yer verilirken, son testte *ferromanyetik olma* ve *mıknatıstan yüklenme* gibi kavramlar dikkat çekmektedir. Son testte bu kategorideki cevapların *iğnenin mıknatıs özelliği göstermesi* durumunu ortaya koydukları, ancak sebebini yüklenme ile ifade ettikleri görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplarda ise ön testte mıknatıstan yüklenme, yük alışverişi, elektriksel iletkenlik kavramlarına yer verilmiştir. Ayrıca bazı ifadelerde mıknatısın özelliğinin iğneye aktarıldığını belirten ifadeler de bulunmaktadır. Son testte ise ifadelerde elektriksel iletkenlik, yük aktarımı ve yüklenme kavramlarına yer verildiği görülmektedir.

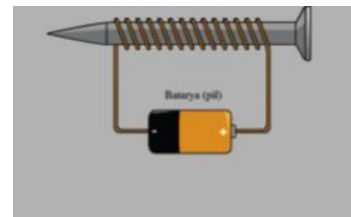
Kontrol grubuna bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevapların oranının %25’ten %46,43’e yükseldiği görülmektedir. Cevaplarda yer alan ifadelerde ise ön testte manyetik alan, mıknatıs özelliği, çekim alanı ve etki ile mıknatıslanma kavramlarına yer verilirken, son testte manyetik alan ve mıknatıs özelliği ifadelerine yer verilmiştir. Ön testte, etki ile mıknatıslanma kavramından bahseden 1 katılımcının son testte bu kavramı kullanmaması dikkat çekmektedir. Aksine, son testte cevaplar büyük oranda dokunma ile mıknatıslanma olayını anlatmaya çalışmıştır. Fakat bu cevaplarda dokunma ile mıknatıslanma kavramı doğrudan kullanılmamış, sadece ifadeyle anlatılmıştır. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında ön ve son testte yakın oranda oldukları görülmektedir. Bu cevaplarda ise ön testte mıknatıslık özelliğinin geçişi ifadesine değinilirken, son testte elektriksel iletkenlik ve yüklenme kavramlarına yönelme olduğu görülmüştür. Bu cevaplarda son testte farklı kavramlara yönelme görülmekle birlikte mıknatıslık özelliği göstermenin sebebini doğru açıklayamadıkları görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplarda ise ön testte yüklenme ve çekim kuvveti aktarımı gibi ifadelerden söz edilirken, son

testte ferromanyetik olma, yük geçişi ve çekme özelliğinin aktarılmasına değinen cevaplar yer aldığı görülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarının cevapları karşılaştırıldığında, deney grubunda uygulamalar sonrasında cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin büyük oranda arttığı, aynı zamanda kullanılan kavramların da beklenen kavramlara doğru yönelim gösterdiği göze çarpmaktadır. Özellikle ferromanyetik özelliğe ilişkin cevapların son testte artması, iğnenin yapı olarak sahip olduğu özel durumunun da fark edildiğinin göstergesi sayılabilir. Kontrol grubunda ise cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirliği deney grubuna benzer şekilde artış göstermiştir. Kavramsal boyutta incelendiğinde ise ifadelerin manyetik alan ve mıknatıslık özelliği etrafında yoğunlaştığı, iğnenin mıknatıs gibi davrandığını belirten cevapların bulunduğu görülmektedir. Cevaplarda beklenen kavramlardan birisi olan dokunma ile mıknatıslanma kavramına doğrudan değinen cevap bulunmazken, cevapların büyük bir oranında bu kavramın ifade edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Bulgular ışığında, her iki grupta da son testlerde bilimsel olarak kabul edilebilirliği daha yüksek cevaplar ıkmiş olmakla birlikte, deney grubunda uygulamalar sonrasında kullanılan kavramların beklenen cevaplar ile daha ilişkili olduğu ve kavramların verilen durum ile ilişkisini daha iyi açıklayabilen ifadeler yer aldığı grlmştir. Bu doğrultuda deney grubunda uygulamaların kontrol grubundaki uygulamalara kıyasla kavramsal anlamının gelişmesi konusunda daha etkili olduğu söylenebilir.

n) KAT 14. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 14: şekilde bir elektromıknatıs görmektesiniz. Bu elektromıknatısın yapımında telin bobin haline getirilmesinin sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

zerinden akım geçen bir iletken tel, etrafında bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan akım geçmeye devam ettiği sürece varlığını sürdürür. Elektromıknatıslar, telin bu manyetik alanından faydalanılarak yapılmış yapay mıknatıslardır. Elektromıknatısların sahip oldukları manyetik alan tel boyunca yayılan bir manyetik alan olduğu için düz bir tel halindeyken bu manyetik alanın değeri zayıf

bir manyetik çekim kuvveti sunabilmektedir. Elektromıknatısların yapılma sebebi cisimlere uygulayacağı çekim kuvvetinden faydalanmak olduğu için bu manyetik çekim kuvvetinin daha büyük ve gözlemlenebilir değerlerde olması istenmektedir. Bu sebeple de üzerinden akım geçen bu tel bir bobin haline getirilerek telin oluşturacağı manyetik alanın halkalardan oluşan bir bobinin manyetik alanına dönüşmesi ve manyetik kuvvetin bobinin merkezinde toplanması sağlanır. Dolayısıyla elektromıknatısın çekim kuvvetinin daha büyük olması sağlanır. Öğrencilerin bu sorudaki olayı elektromıknatısın manyetik alanının veya manyetik çekim kuvvetinin daha fazla olması için yapılan bir işlem olarak ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 29’da verilmiştir:

Tablo 29
KAT 14. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Elektromıknatısın gücünü arttırmak için.	1 (3,13)	Depolanan enerjinin ve oluşan manyetik alanın daha etkili olması için.	1 (3,13)	Mıknatısın çekim gücünü arttırmak için.	1 (3,57)	Çekim kuvvetini arttırmak için.	1 (3,57)
		Manyetik alanın şiddetini arttırmak için.	3 (9,38)	Manyetik alan kapsamının artması için.	1 (3,57)	Manyetik alanı arttırmak için.	1 (3,57)
		Mıknatısın çekim gücünü arttırmak için.	4 (12,50)			Elektromıknatısın çektiği madde sayısını artırmak için.	1 (3,57)
		Sarım sayısı arttıkça çekim gücü de artacağı için.	3 (9,38)				
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
		Akımı sıklaştırarak çiviye mıknatıs haline getirmek için.	1 (3,13)			Mıknatıs özelliğini arttırmak için.	1 (3,57)
		Daha fazla akım olur ve daha fazla çekim gösterir.	1 (3,13)			Bobin olunca teller daha fazla akım geçirir ve çekim kuvveti artar.	1 (3,57)
						Daha fazla akım ve daha fazla çekim gücü elde etmek için.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Elektromıknatısın akımını etkilemek için.	1 (3,13)	Akım şiddetini arttırmak için.	1 (3,13)	Akımın daha rahat yayılabilmesi için.	1 (3,57)	Akımı hızlandırmak için.	2 (7,14)
Akımın daha kolay geçebilmesi için.	11 (34,38)	Daha fazla akım geçmesi için.	4 (12,50)	Akımın yönünün bulabilmek için.	2 (7,14)	Akımın daha kolay geçebilmesi için.	1 (3,57)
Akımın geçişini zorlaştırarak manyetik alan oluşturmak için.	1 (3,13)	Telde akım depo etmek için.	1 (3,13)	Orada bir direnç bulundurmak için.	1 (3,57)	Geçen akıma direnç oluşturmak için.	1 (3,57)

Daha fazla akım geçmesi için.	1 (3,13)	Güç kaynağı olmadan da akım geçebilmesi için bobin haline getirilmiştir.	1 (3,13)	Elektrik alanın daha büyük olması için.	1 (3,57)	Akımı daha iyi iletmek için.	2 (7,14)
Akımın eşit şekilde geçmesi için.	1 (3,13)	Oluşacak akımın tel üzerinden geçmesini sağlamak için	1 (3,13)	Akımın daha hızlı geçebilmesi için.	2 (7,14)	Akımın daha fazla geçebilmesi için bobin haline getirilir.	5 (17,86)
Direnci arttırmak için.	2 (6,25)	Akımı düzenli geçirmek için.	1 (3,13)	Elektrik akımını daha iyi alabilsin diye.	2 (7,14)	Elektromıknatısı kutuplandırmak için.	1 (3,57)
Akımın yönünü bulabilmek için.	2 (6,25)	Akımı daha iyi iletmek için.	1 (3,13)	Telden geçen enerjiden daha çok faydalanmak için.	1 (3,57)	Elektriğin daha uzun süre kullanılabilmesi için.	1 (3,57)
Telin çivi ile olan temas yüzeyini arttırmak için	1 (3,13)	Elektriği daha iyi iletmek için.	1 (3,13)	Akımın daha iyi iletilebilmesi için.	1 (3,57)	Tel bobin haline getirilirse daha düzenli çalışır.	1 (3,57)
Manyetik alan olması için.	1 (3,13)	Akımın daha hızlı olması için	1 (3,13)	Enerjiyi arttırmak için.	1 (3,57)	Kondansatör özelliği kazandırmak için.	1 (3,57)
Direnci azaltmak için.	1 (3,13)	Direnç arttıkça mıknatıslık özelliği artacağı için.	1 (3,13)	Gerilimin artmasını sağlamak için.	2 (7,14)	Akımın miktarını ayarlamak için.	1 (3,57)
Telden geçen gücü arttırmak için.	1 (3,13)	Manyetik bir alan oluşturmak için.	1 (3,13)	Daha fazla tel kullanılması amacıyla.	2 (7,14)	Devrenin tamamlanarak akım geçebilmesi için.	1 (3,57)
Daha fazla tel kullanılması amacıyla.	1 (3,13)	Pildeki gücün daha fazla olması için.	1 (3,13)	Elektriğin telde daha fazla kalmasını sağlamak için.	1 (3,57)	Akımın düzenli iletilebilmesi için.	1 (3,57)
Bilmiyorum.	3 (9,38)	Akımı tamamlamak için.	1 (3,13)	Akımın düzgün ilerleyebilmesi için.	2 (7,14)	Daha uzun olması için.	1 (3,57)
Diğer	4 (12,50)	Çivinin etrafında manyetik alan oluşturmak için.	1 (3,13)	Çivinin her tarafına akım dağılabilmesi için.	1 (3,57)	Manyetik alanın çiviye daha uzun süre etki etmesi için	1 (3,57)
		Diğer	2 (6,25)	Elektriksel akım oluşturabilmek için.	1 (3,57)	Çivideki her noktaya elektrik ulaşabilmesi için.	1 (3,57)
				Bilmiyorum	5 (17,86)	Diğer	1 (3,57)

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, ön testte yalnızca 1 katılımcının (%3,13) “Bilimsel olarak kabul edilebilir” düzeyde cevap verdiği, son testte ise bu oranın %34,38’e yükseldiği görülmektedir. Cevapların içeriğine bakıldığında ise ön testte tek cevabın olayı *elektromıknatısın gücü* kavramı ile açıkladığı, son testte ise cevapların sayıları gibi alternatiflerinin de arttığı ve bu cevaplarda *manyetik alan*, *manyetik alan şiddeti*, *elektromıknatısın çekim gücü* kavramlarına yer verildiği dikkat çekmektedir. Buna ek olarak “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” düzeydeki cevaplarda da bu kavramlara yer verildiği, yalnızca ifadelerde bir takım hata ya da eksiklikler yer aldığı görülmektedir. Ön testte %96,88 gibi yüksek bir orana sahip olan “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplar ise son testte %56,25’e gerilemiştir. Ayrıca cevaplardaki ifadelere bakıldığında cevapların durumu büyük oranda *akımın daha kolay geçebilmesi* ile ve *direnç* ile ilişkilendirdiği görülmektedir. Cevapların bazıları ise *düz telde manyetik alan olmadığı* düşüncesiyle bobinin manyetik alan oluşturmak üzere tasarlandığını ifade etmişlerdir. Soruya *Bilmiyorum* cevabını verenlerin son testte aynı ifadeye yer vermedikleri ve cevaplamayı tercih ettikleri görülmektedir.

Kontrol grubuna bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevaplarda %3,57 oranında bir artış görülmekle birlikte kullanılan kavramlar ön testte *çekim gücü* ve *manyetik alanın kapsamı* iken son testte *çekim kuvveti*, *manyetik alan* ve *çekilen madde miktarı* olmuştur. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” düzeyde cevap ön testte yok iken, son testte %10,71 oranında çıkmıştır. Bu cevaplarda *mıknatıs özelliği* ve *çekim kuvveti* gibi kavramlara yer verilmiş, fakat bu kavramlar *manyetik alan* yerine *telden geçen akımın fazlalığı* ile ilişkilendirilmiştir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” düzeydeki cevaplara bakıldığında ise gerek ön gerekse son testte büyük bir bölümünün sorudaki olayı *akımı daha iyi veya hızlı iletmek* ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Son testte ise ön testten farklı olarak *elektrik iletimi* ve *kondansatör özelliği kazandırma* ifadelerinin de yer aldığı görülmektedir. *Bilmiyorum* cevabını verenler ön testte %17,86 oranında iken son testte tamamı soruyu cevaplandırmıştır.

Deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, deney grubunda uygulamalar sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilirliğin arttığı, bu nicel artışın yanı sıra ifadelerde kullanılan kavramların da beklenen kavramlara doğru ilerlediği ve çeşitlendiği görülmüştür. Kontrol grubunda ise nicel anlamda bu cevaplarda bir miktar artış olmakla birlikte, kullanılan kavramların da ön test ile aynı kavramlar olduğu

görülmüştür. Kullanılan bu kavramlar beklenen kavramlara yakın olsa da kavramlar arası ilişkilendirmelerin son testte yeterince yapılamadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol grubundaki bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda *kondansatör* ve *elektrik iletimi* gibi dikkat çeken bazı kavramlar ile ilişkilendirmeler yapıldığı görülmüştür. Bu ilişkilendirmeler ise son testte kendilerini göstermişlerdir. Bulgular deney grubunun kontrol grubuna kıyasla kavramsal anlamada önemli bir değişim sağladığının göstergesi sayılabilir.

o) KAT 15. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 15: Elektromıknatısı yaparken oluşturduğunuz bobini sarmak üzere demir çivi kullanılmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektromıknatıs düzeneğinde iletken telden akım geçtiği sürece bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan kuvvetinin etkisini arttırmak üzere yapılan işlemlerden birisi telin bobin haline getirilmesi olurken, diğeri de bobin haline getirilen bu telin manyetik alanını bir noktada toplama işlemidir. Bu işlem ise bobini oluştururken teli üzerine sardığımız malzemedir. Bu malzemenin ise manyetik alan çizgilerini yoğunlaştıran ve toplayan bir malzeme olması gerekmektedir. Bu tanıma uyan malzemeler Ferromanyetik (manyetik geçirgenliği yüksek) malzemelerdir. Demir, nikel, kobalt gibi malzemeler oda sıcaklığında bu özelliği göstermekte olup, manyetik alan çizgilerini kendi üzerinde yoğunlaştırmakta ve bir mıknatıs özelliğine bürünerek kutuplaşmaktadır. Dolayısıyla böyle bir malzeme, iletken telden elde ettiğimiz manyetik akıyı arttırarak güçlü bir çubuk mıknatıs haline getirmemizi sağlar. Bu sebeple elektromıknatıslarda bobinin içerisinde ferromanyetik bir malzeme kullanılır. Demir, diğer maddelere göre manyetik geçirgenlik katsayısı daha yüksek olan ve ulaşılabilirlik anlamında da daha kolay bir malzeme olduğundan basit elektromıknatıs yapımlarında demir çivi tercih edilir. Öğrencilerin bu soruda demir çivinin işlevinin manyetik alan şiddetini, manyetik çekim kuvvetini veya manyetik akıyı arttırmaya yönelik bir işlevinin olduğu açıklamaları, demirin ferromanyetik maddelerin özelliğini gösterdiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 30'da verilmiştir:



Tablo 30
KAT 15. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
Demir ferromanyetik bir madde olduğu için.	1 (3,13)	Demir ferromanyetik madde olduğu için.	10 (31,25)			Demirin manyetik geçirgenliği daha fazla olduğu için.	1 (3,57)
		Demir çivinin bağıl geçirgenliği fazla olduğu için.	1 (3,13)			Manyetik alanı tek bir noktada toplamak için	1 (3,57)
		Manyetik alan çizgilerini sıklaştırmak için.	1 (3,13)				
		Diğer maddelere göre binlerce kat manyetik akıyı içinden geçirebildiği, toplayabildiği için.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Demir çivinin etkileşiminden dolayı manyetik alan oluştuğu için.	1 (3,13)	Mıknatısın daha güçlü olması için.	1 (3,13)				
Mıknatısın daha iyi çekmesi için.	2 (6,25)	Demir çivinin manyetik alana maruz kalarak mıknatıs özelliği göstermesi içindir.	1 (3,13)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Tel ile çivinin aynı yüklü olabilmesi için.	1 (3,13)			Demir iyi bir iletken olduğu için.	21 (75,00)	Demir metal olduğu için.	1 (3,57)
İletken olduğu için.	16 (50,00)	Demir çivi iletken olduğu için.	11 (34,38)	Mıknatıs demiri çekebildiği için telin enerjisini çiviye aktarabilmek daha kolay olur	1 (3,57)	İyi bir iletken olduğu için.	19 (67,86)
Metal olduğu için.	2 (6,25)	Mıknatıs demir özelliği gösterdiği için demir kullanılmıştır.	1 (3,13)	Mıknatıs tarafından çekilebildiği için.	3 (10,71)	Demir mıknatıs özelliği gösterdiği için.	1 (3,57)
Akımın daha kolay geçebilmesi için.	3 (9,38)	Çivide demir özelliği dışında ekstra bir özellik olduğundan.	1 (3,13)	Şeklinden dolayı.	2 (7,14)	Demirin çekim gücü daha yüksek olduğu için.	1 (3,57)

Şeklinden dolayı.	3 (9,38)	Mıknatıslık özelliği gösterdiği için.	1 (3,13)	Teli düzenli sarabilmemiz için.	1 (3,57)	Demir çivi akımı daha fazla iletebildiği için.	1 (3,57)
Akımın demir çiviye etkisinin olmayacak olması.	1 (3,13)	Mıknatıs tarafından çekilebildiği için.	2 (6,25)			Mıknatıs tarafından çekilebildiği için.	1 (3,57)
Demirin elektriksel bir kuvveti olduğu için.	1 (3,13)	Akımın güçlü geçmesi için.	1 (3,13)			Şekilsel uygunluğundan dolayı.	1 (3,57)
Bilmiyorum	1 (3,13)					Yalıtkanlığın daha iyi olması için kullanılır.	1 (3,57)

Deney grubunun cevapları incelendiğinde, “Bilimsel olarak kabul edilebilir” düzeyde cevapların oranı ön testte yalnızca %3,13 iken son testte %40,63’e yükseldiği görülmektedir. Cevaplarda yer verilen kavramlara bakıldığında ise ön testte *ferromanyetiklik* kavramı, son testte ise bu kavrama ek olarak *bağıl geçirgenlik*, *manyetik alan çizgisi* ve *manyetik akı* kavramları göze çarpmaktadır. Bu kavramların soruda verilen durum ile ilişkisinin ifadelerde açıklanabildiği görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplarda ise ön testte %9,38 olan oranın son testte %6,25 olduğu görülmektedir. Ön testte *manyetik alan* ve *mıknatısın çekme özelliği* ile ilgili ifadeler yer alırken son testte *mıknatısın gücü* ifadesine yer verilmektedir. Özellikle ön testte çok büyük bir orana (%87,50) sahip olan “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevapların son testte önemli ölçüde azalarak %53,13’e düştüğü görülmektedir. Ön testte cevapların büyük bir kısmı sorudaki durumu *demirin iletken olması* ile açıklamıştır. Son testte ise bu cevapların oranında azalma görülürken, *mıknatıs tarafından çekilebilir olma* özelliğinin de cevaplarda yer aldığı görülmektedir.

Kontrol grubunda ise ön testte cevapların tamamı “Bilimsel olarak kabul edilemez” kategorisinde yer almaktadır. Cevapların büyük bir kısmı durumu *demirin iletken olması* ve *mıknatıs tarafından çekilebilir olması* özellikleriyle açıklamıştır. Son testte bakıldığında ise “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisinde 2 cevabın (%7,14) yer aldığı görülmektedir. Cevaplarda yer verilen kavramlara bakıldığında ise *manyetik geçirgenlik* ve *manyetik alan* kavramları göze çarpmaktadır. Geriye kalan ve “Bilimsel olarak kabul edilemez” kategorisine girmiş olan cevaplarda ise büyük oranda *iletkenlik* ve *mıknatıs tarafından çekilebilirlik* özelliklerine yer verildiği görülmektedir. *İletkenlik* özelliğine yer veren cevaplarda ise ön teste çok yakın bir oran çıktığı göze çarpmaktadır.

Grupların cevapları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubunda ön testte oldukça önemli sayıda katılımcının bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar verdiği ve beklenen kavramlara (*manyetik geçirgenlik*, *manyetik akı*, *manyetik çekim kuvveti*, *manyetik alan çizgileri*, *manyetik geçirgenlik katsayısı*) yer vermediği görülmektedir. Son testte ise deney grubunda bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda artış görülmekle birlikte beklenen kavramlara da yer verildiği görülmüştür. Ancak kontrol grubunda beklenen kavramlara yer veren katılımcı

oranının oldukça düşük kaldığı görülmüştür. Ayrıca kontrol grubunda beklenen kavramlara yönelik olumlu bir değişime de rastlanmamıştır. Bulgulara bakıldığında, uygulamalar sonrasında deney grubunda önemli kavramsal değişimler bulunduğu, kontrol grubunda ise bir değişim olmadığı söylenebilir.

p) KAT 16. Soruya Verilen Cevapların Analizi

Soru 16: Bisikletlerin tekerleğine monte edilerek öndeki lambanın yanmasını sağlayan küçük aygıtı düşününüz. Bu aygıtın içerisinde gerçekleşen olayı nasıl açıklarsınız?



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Bisikletlerde elektrik elde etmek amacıyla kullanılan aygıtlara dinamo denir. Dinamolar, içerisinde bir mıknatıs ve bu mıknatıs yüzeyin ortasında bir bobin barındırır. Dinamonun dışarıda yer alan dişli kısmı içerideki bu bobine bağlıdır. Tekerleğe temas eden bu dişli döndükçe, manyetik alan içerisindeki bobin de mıknatısın arasındaki alanda döner ve bobinde bir indüksiyon akımı oluşur. Dönme sürekli hale gelirse sürekli bir indüksiyon akımı meydana gelir ve elektrik üretilir. Dolayısıyla dinamolar hareket enerjisini bu şekilde elektrik enerjisine çeviren aygıtlardır. Bu soruda öğrencilerin dinamo içerisinde mıknatıslar arasındaki bobinin tekerleğin hareketi yoluyla döndürülmesiyle bobinde bir indüksiyon akımı oluştuğunu, bu akımın da lambanın yanmasını sağladığını ifade etmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların analiz sonuçları Tablo 31’de verilmiştir:

Tablo 31
KAT 16. Soruya Verilen Cevapların Analiz Sonuçları

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
ÖN TEST		SON TEST		ÖN TEST		SON TEST	
Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)	Bilimsel olarak kabul edilebilir	Sayı (%)
		Motorun içerisindeki manyetik alanda bir tel hareket ederek telde akım oluşması sağlanır ve ışığı bu akım yakar. Manyetik alan içerisindeki telin dönmesi sonucu akım oluşur.	1 (3,13) 3 (9,38)			Motorun içerisindeki mıknatıs döndükçe bakır tellere elektrik yüklenir. Kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür.	1 (3,57)
Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir		Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir	
Hareket enerjisini motor içindeki düzenelele elektrik enerjisine dönüştürür.	6 (18,75)	Tekerlek ve motor hareket ettiğinde elektrik enerjisi üretilir.	1 (3,13)	Dinamo hareket enerjisini kullanarak elektriği ampule iletir.	1 (3,57)	Motor hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür.	2 (7,14)
		Motorun içindeki bobinde yer alan telden akım geçer. Manyetik alanla ilgili.	1 (3,13) 1 (3,13)	Hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşmüştür. Dinamonun içindeki motor dönerek tellere bir elektrik gücü oluşturur.	6 (21,43) 1 (3,57)		
		Tekerlek dönerek elektrik motorunda harekete sebep olur ve bu kinetik enerji elektriğe dönüşür.	4 (12,50)				
Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez		Bilimsel olarak kabul edilemez	
Sürtünmeden faydalanılarak sürtünme enerjisini elektrik enerjisine çevirir.	3 (9,38)	Sürtünme kuvvetinin elektrik motorunda depoladığı enerji sayesinde ışık yanar.	2 (6,25)	Sürtünme kuvvetinden dolayı ısınma ile meydana gelir.	5 (17,86)	Üzerinden akım geçen tel manyetik bir alana konulup döndüğünde elektrik motoru çalışır.	1 (3,57)
Sürtünmeden kaynaklanan ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesini sağlar.	4 (12,50)	Tekerlek ve motor dişlisi ne kadar çok dönerse o kadar çok elektrik üretilir.	1 (3,13)	Kimyasal enerji kinetik enerjiye dönüşür.	1 (3,57)	Hareket enerjisiyle motor çalışır ve akım lambayı yakar.	3 (10,71)

Motor hareket ederek güç sağlar ve ışık yanar.	3 (9,38)	Bisikleti kullandıkça tekerlek ısınır ve motor bu ısı enerjisini elektrik enerjisine çevirir.	2 (6,25)	Dönme hareketi ile elektrik sağlıyor.	2 (7,14)	Pedaldaki hareket sonucu ışık enerjisi oluşur.	1 (3,57)
Motordaki devir sayısı arttığı için elektrik oluşur.	1 (3,13)	Pedalı çevirdikçe kablodan akım geçer ve motor çalışır.	1 (3,13)	"Bilmiyorum"	9 (32,14)	Motorun içinde dönen çark sayesinde elektrik akımı oluşur.	1 (3,57)
Dönme hareketi ile elektrik sağlıyor.	3 (9,38)	Elektrik motoru çalıştığında elektrik üretilir ve ışık yanar.	1 (3,13)	Diğer	3 (10,71)	Tekerleklerin hareketi sayesinde elektrikli motorla ışık yakılır.	4 (14,29)
Motorda yük değişimi olduğu için.	1 (3,13)	Tekerlek döndükçe motordaki dişli de dönerek ışığa elektrik sağlar.	1 (3,13)			Üzerinden akım geçen bir tel bobini hareket ettirir ve ışık yanar.	1 (3,57)
Elektrik motorundan akım geçmesi ile yanar.	1 (3,13)	Hareket enerjisi ışık enerjisine dönüşür.	1 (3,13)			Motorun içerisinde yük olduğu için.	1 (3,57)
Dişliler sayesinde elektrik üretimi olur.	1 (3,13)	Motorun içindeki elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüştüğü için.	1 (3,13)			Kimyasal enerjiyi mekanik ve elektrik enerjisine dönüştürür.	1 (3,57)
Kinetik enerji ışık enerjisine dönüşmüştür.	1 (3,13)	Sürtünme ile elektrik açığa çıkar.	1 (3,13)			Tekerlekten çıkan ısı sonucu akım geçer.	2 (7,14)
Bilmiyorum	6 (18,75)	Teker döndüğünde oluşan enerji kabloyla motora gelir ve jeneratör görevi görür.	1 (3,13)			Bisiklet hareket ettikçe motor rüzgârdan elektrik depolar.	1 (3,57)
Diğer	2 (6,25)	Tekerlek döndükçe motor devreye girer ve elektrik üretilir.	1 (3,13)			Tekerlek dönünce motordaki devre tamamlanır ve ışık yanar.	2 (7,14)
		Tekerlekten eksi yükler ona geçerek çalışmasını sağlar.	1 (3,13)			Elektriği hareket enerjisine dönüştürür.	1 (3,57)
		Tekerlek bobini hareket ettirerek akımın tamamlanmasını sağlar ve yanar.	1 (3,13)			Sürtünme kuvveti ile hareket enerjisi elektriğe dönüşür.	1 (3,57)
		Bilmiyorum	3 (9,38)			Bilmiyorum	5 (17,86)
		Diğer	3 (9,38)				

Deney grubunun cevaplarına bakıldığında, ön testte “Bilimsel olarak kabul edilebilir” cevap bulunmadığı, son testte ise %12,50 oranında cevabın yer aldığı görülmektedir. Cevaplarda *manyetik alan* ve *akım oluşumu* arasındaki ilişkinin ifade edildiği, telin manyetik alan içerisindeki hareketinin beklenen şekilde ifade edildiği görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” düzeyde cevapların ise ön testte %18,75 olan oranı son testte %21,88’e yükselmiştir. Ön testte cevapların tamamı durumu *hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü* olarak açıklarken, son testte bazı cevaplarda *manyetik alan ve motor içerisinde yer alan bobin* ifadelerini kullandığı görülmektedir. Bu noktada katılımcıların beklenen kavramlara yaklaştıkları ve ifadelerde değişimler olduğu söylenebilir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise ön testte cevapların elektriği *sürtünme* ve *sürtünme sonunda oluşan ısı* ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Son teste bakıldığında ise cevapların büyük oranda dinamonun işlevini doğru açıklayan ifadelere yer verdikleri, ancak verilen cevapların beklenen kavramları içermemekle birlikte soruda istenildiği gibi dinamo içerisinde gerçekleşen olayı açıklamadıkları görülmektedir. Dolayısıyla gerçekleşen olayı en genel ifadeler ile açıklamaları, kabul edilebilirliğini de olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca ön testte %18,75 gibi önemli bir orana sahip olan *Bilmiyorum* ifadesi son testte 9,38’e düşmüştür.

Kontrol grubuna bakıldığında ise cevapların genellikle “Bilimsel olarak kabul edilemez” yönde bir değişime uğradığı görülmektedir. Ön testte hiç cevap yer almayan “Bilimsel olarak kabul edilebilir” kategorisinde son testte 1 cevabın yer aldığı, ilgili cevabın *mıknatısın manyetik alanı ve tel* arasındaki ilişkiyi ifade ettiği görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevapların oranı ise ön testte %25 iken son testte %7,14’e düşmüştür. Bu cevaplarda ise gerçekleşen olay hem ön testte hem de son testte *hareket enerjisinin kinetik enerjiye dönüşümü* olarak ifade edilmiştir. Özellikle son testte önemli bir orana (%89,29) sahip olan “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise ön testte *sürtünme* ile ilişkilendirmelerin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca %32,14 gibi önemli bir oranda katılımcının *Bilmiyorum* cevabını verdikleri göze çarpmaktadır. Son testte ise bu oran %17,86’ya düşmüştür. Diğer cevaplara bakıldığında ise son testte büyük bir kısmının dinamo içerisinde gerçekleşen olayın tersini (elektrik motorunun çalışma şekli) anlattıkları

görülmektedir. Buna ek olarak elektrik oluşumunu rüzgâr enerjisi ve kimyasal enerji ile de ilişkilendirdikleri görülmektedir.

Grupların cevapları karşılaştırıldığında, deney grubunun uygulamalar sonrasında dinamo içerisinde gerçekleşen olayı açıklama konusunda daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda da ifadelerin dinamonun işlevini anlatabildikleri, ancak iç mekanizmasında gerçekleşen olaya değinmedikleri görülmüştür. Dolayısıyla deney grubunun büyük bir bölümünde dinamonun görevini tanımlama konusunda önemli değişimler gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte bulunan kısmen kabul edilebilir cevapların olumsuz yönde değişim gösterdiği dikkat çekmektedir. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilemez düzeydeki cevapların da dinamonun çalışma prensibinin tersini ifade ettikleri ya da farklı enerjiler ile ilişkilendirmeler yaptıkları görülmüştür. Dolayısıyla kontrol grubunda uygulamalar sonrasında meydana gelen değişimler kavramsal anlamda gelişim göstermediklerini ortaya koymaktadır. Bulgulara dayanarak, uygulamalar sonrasında deney grubunun kavramsal anlamalarının olumlu, kontrol grubunun ise olumsuz yönde değişim gösterdiği söylenebilir.

Kavramsal anlama testine verilen tüm cevaplardan yola çıkarak testten elde edilen bulgular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Sorgulamaya dayalı deneylerin bir iletkenin direncinin bağlı olduğu etmenler konusunda öğretmen adaylarının sunduğu cevapların çeşitliliğini ve cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerini doğrulayıcı yaklaşımın aksine arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının direncin bağlı olduğu etmenler konusunda birden fazla bileşeni dikkate almaya başladıkları görülmüştür. İletkenin direncinin devre elemanları ve iletkenin kendi özelliklerine bağlı olarak nasıl değişebildiğini, elektrikli aletlerin devreye bağlanması durumunda devredeki toplam direncin değişimini ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının iletkenin direncinin iletkenin kesit alanı ile doğru orantılı olduğu yönündeki bilimsel olarak kabul edilemez ifadelere de yer verdikleri ancak sorgulamaya dayalı deneyler sonrasında bu ifadelerin azaldığı belirlenmiştir.

- Statik elektriklenme olayına bir örnek olarak verilen yüklü plastik çubuk-kâğıt ilişkisini inceleyen deney grubu öğretmen adaylarının iki cisim arasında gerçekleşen etkileşimi başlangıçta nötrlenme olarak tanımlarken uygulamalar sonrasında yük dengelenmesi, yük alışverişi şeklinde tanımladıkları görülmüştür. Sorgulamaya dayalı deneyler yapan öğretmen adaylarının bu etkileşimde gerçekleşen olayları uygulamalar sonrasında daha detaylı şekilde ifade edebildikleri belirlenmiştir. Doğrulayıcı deneyler yapan öğretmen adaylarının ise büyük oranda yalnızca çubuk üzerinde gerçekleşen yük değişimlerini inceledikleri ve birbirini çekme sırasında kâğıt ile çubuk arasında bir etkileşime değinmedikleri görülmüştür. Bu noktada sorgulamaya dayalı deneylerin statik elektriklenmenin oluşma ve sonlanma sürecine ilişkin daha detaylı ifadeler sunabilmelerini sağladığı belirlenmiştir.
- Ohm kanununa ilişkin cevapların sorgulamaya dayalı deneyler sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin kontrol grubunun aksine arttığı belirlenmiştir. Verilen cevaplarda bir elektrik devresine bağlanan ampulün devreye bir direnç olarak ekleneceğinin doğru ifade edildiği, ancak devredeki bu direnç artışı ile devredeki toplam akım ve toplam gerilim arasındaki ilişkinin tam olarak açıklanamadığı görülmüştür. Elektrik devresinde bir elektrikli aletin yer alması durumunda ise devreden geçen akım ile devrenin direnci arasında ilişki kurulduğu belirlenmiştir. Bu ilişkiden yola çıkılarak iletkenin direncinin akıma bağlı olarak göstermesi gereken değişimin ifade edilebildiği görülmüştür. Öntestlerde verilen cevaplar incelendiğinde sontestte deney grubunun cevaplarının bilimsel olarak kabul edilebilirliğinin artması ve kavramlar arası ilişkilerin daha iyi ifade ediliyor olması sorgulamaya dayalı deneylerin olumlu etkisi olarak görülmektedir.
- Bir elektrik devresinde güç kaynağı olarak yalnızca pili düşünen öğretmen adaylarının oranı deney grubunda %60'lık bir oranda iken kontrol grubunda %25'lik bir oranda çıkmıştır. Bu cevabı veren öğretmen adayları güç kaynağı olarak kullanılabilecek alternatif yöntemleri anlatırken bunları güç kaynağı olarak ilişkilendirmemiştir. Uygulamalar sonrasında deney grubunun oranının bu denli yüksek çıkması sorgulamaya dayalı deneylerin bu noktada doğrulayıcı deneyler kadar etkili olamadığını göstermiştir. Kock, Taconis, & Bolhuis

(2013) öğrencilerin akımın tükenen bir şey olduğunu düşünmelerinden kaynaklı olarak güç kaynağını da bir akım kaynağı olarak gördüklerini belirtmiştir. Dolayısıyla güç kaynağı denildiğinde sorgulamaya dayalı gruptaki öğretmen adaylarının potansiyel fark kavramını göz ardı ederek devreye akım sağlayacak bir depo eleman aradıkları ve bu sebeple bilimsel bakımdan gereken cevapları veremedikleri düşünülebilir.

- Elektrik çarpması olayının direnç ile ilişkilendirilmesi boyutunda sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının verdikleri cevapları önemli ölçüde farklılaştırdığı görülmüştür. Deney grubundaki öğretmen adayları uygulamalar sonrasında elektrik çarpmasında direnç kavramına ve direnci etkileyebilecek etmenlere değinmişlerdir. Ayrıca bu değişimi gösteren öğretmen adaylarının oranı önemli ölçüde artmıştır. Doğrulayıcı deneylerin uygulandığı kontrol grubunda ise elektrik çarpmasının doğrudan dirençle ilişkilendirilmesinden çok dolaylı bazı etmenlere değinildiği ve direnç kavramına yer verilmediği belirlenmiştir.
- Pillerin bağlanma şekilleri ve elektrik devresine olan etkisine ilişkin cevaplar incelendiğinde ise sorgulamaya dayalı deneylerin pillerin bağlanma şekillerinin devreden geçen akım ile doğrudan ilişkilendirilmesini sağladığı görülmüştür. Ayrıca bu ilişkilendirmeden yola çıkarak pillerin seri ve paralel bağlanmasına ilişkin yorumların daha fazla yapılabildiği belirlenmiştir. Pillerin bağlanma şekillerinden devrede yer alan ampullerin parlaklıkları ve yanma sürelerine ilişkin tespitlerin yapılabilmesi noktasında ise sorgulamaya dayalı deneylerin oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Sorgulamaya dayalı deneyler sonrasında öğretmen adaylarının ampul parlaklığı ve ampulün yanma süresi incelemelerinde pillerin sayısı, gerilim ve bağlanma durumlarını daha fazla dikkate aldıkları ve olaylara daha bilimsel açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. Sontestlerde görülmeye devam eden bilimsel olarak kabul edilemez cevaplara bakıldığında ise pillerin bağlanma şekillerinin akım ve parlaklık üzerinde etkisi olacağına yönelik çıkarımlar yapıldığı ve pillerin bağlanmasına ilişkin cevapların daha doğru kavramlar ile ilişkilendirildiği görülmüştür.
- Kondansatör kavramına ilişkin cevaplara bakıldığında, sorgulamaya dayalı deneyler sonrasında öğretmen adaylarının kondansatör kavramını tanımlama

oranlarının önemli derece arttığı ve kavramı daha iyi tanımlayabildikleri belirlenmiştir. Daha da önemlisi, kondansatörün işlevini ve çalışma şeklini daha iyi kavradıkları, kondansatör bulunan bir elektrik devresinde gerçekleşen olayı tanımlarken hatalı metaforları ve ifadeleri (elektrik kablodaki akım ve hortumdaki su, kablodan geçen akımın azalarak bitmesi gibi) daha az kullandıkları görülmüştür.

- Mıknatısın sahip olduğu manyetik alana ilişkin olayların incelenmesinde sorgulamaya dayalı deneyler sonrasında manyetik alan, manyetik alan çizgileri ve manyetik çekim kuvveti kavramları arasındaki ilişkilendirmelerin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca mıknatıs ve demir bir cisim arasındaki dokunma işleminde de gerçekleşen olayın aynı kavramlar ile açıklandığı ve iğnenin dokunma işlemi sonrasında mıknatıs özelliği göstermesinin ifade edildiği görülmüştür. Deneysel uygulamalar sonrasında sorgulamaya dayalı deneyler yapan öğretmen adayları dokunarak mıknatıslanma olayını hem daha büyük oranda hem de daha detaylı bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Mıknatıslanma olayını daha doğru kavramlar ile ilişkilendirmişlerdir.
- Basit elektromıknatısın yapısına ilişkin cevaplarda deney grubunun manyetik alan, manyetik alan şiddeti gibi kavramlar ile ilişkilendirmeleri daha iyi yaptığı ve bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplara doğru daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Elektromıknatısın içerisinde yer alan çivinin demir olmasının sebebi ise kontrol grubunda elektriksel iletkenlik, manyetik geçirgenlik ve manyetik alan ile açıklanırken deney grubunda ferromanyetiklik, manyetik akı, bağlı geçirgenlik kavramları ile doğrudan ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Bu noktada deney grubunun bilimsel kavramlara ve bilimsel cevaplara yer verme oranlarının kontrol grubuna kıyasla oldukça yüksek olduğu da belirlenmiştir.
- İndüksiyon akımına ilişkin verilen cevaplarda tüm öğretmen adaylarının kavramı tanımlama ve açıklama noktasında birbirlerine benzer şekilde sınırlı düzeyde kaldıkları görülmüştür. Ancak indüksiyon yoluyla oluşan elektrik akımına ilişkin verilen örnek olayın yorumlanmasında deney grubunun burada gerçekleşen olayı tanımlayabildiği, indüksiyon kavramını kullanmadan işlemin kendisini anlatabildiği belirlenmiştir. Ayrıca bu tanımlamaları yapan

ve bilimsel olarak kabul edilebilir cevapları verenlerin oranının kontrol grubuna kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.3. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Bulgular

4.3.1. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Nicel Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin puanlaması veri toplama bölümünde de bahsedildiği üzere çalışma grupları üzerinden yapılmıştır. Deney grubunda yer alan toplam 6 çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan toplam 5 çalışma grubu öntest ve sontest olarak gözlem formu üzerinden puanlanmıştır. Elde edilen bu puanlar gruplara ilişkin nicel verileri oluşturmuştur. Toplam grup sayısının 11 olması, nicel analizde kullanılacak olan analiz türünün de belirleyicisi olmuştur. Alt grupların her birisinin 15 ve üzeri olması durumunda parametrik testlerin kullanılabileceği, diğer küçük örneklemelerde ise parametrik olmayan testlerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2012). Bu sebeple nicel veriler nonparametrik bir test olan Mann-Whitney U testine tabi tutulmuştur.

İlk olarak gruplara ilişkin öntest puanlarının analizi yapılarak deney ve kontrol gruplarının uygulamalar öncesindeki bilimsel süreç becerileri puanları karşılaştırılmıştır. Tablo 32, deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri öntest puanlarını karşılaştıran Mann-Whitney U testine ilişkin sonuçları göstermektedir:

Tablo 32
Bilimsel Süreç Becerileri Öntest Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi
Sonuçları

Grup	N	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	Medyan	Mann-Whitney U	Z	p
Deney	6	5.92	35.50	21	14.50	-.094	.925
Kontrol	5	6.10	30.50	19			
Toplam	11						

Tablo 32 incelendiğinde, deney (Md=21, n=6) ve kontrol (Md=19, n=5) gruplarının bilimsel süreç becerileri öntest puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadığı ($p=.925$, $p>.05$) görülmektedir. Bu bulguya göre deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç beceri puanları uygulamalar öncesinde benzerdir. Yani grupların uygulamalar öncesinde bilimsel süreç becerileri bakımından denk olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarının öntest puanlarının analizinin ardından grupların son test puanları incelenmiştir. Tablo 33 sontest puanlarının karşılaştırılması için yapılan Mann-Whitney U testine ilişkin sonuçları göstermektedir:

Tablo 33
Bilimsel Süreç Becerileri Sontest Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi
Sonuçları

Grup	N	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	Medyan	Mann-Whitney U	Z	p
Deney	6	7.67	46.00	28	5.00	-1.838	.066
Kontrol	5	4.00	20.00	19			
Toplam	11						

Tablo 33 incelendiğinde, deney (Md=28, n=6)ve kontrol (Md=19, n=5) gruplarının bilimsel süreç becerileri sontest puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadığı ($p=.066$, $p>.05$) görülmektedir. Bu bulguya bakılarak uygulamalar sonrasında deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı söylenebilir. Fakat grupların medyanları incelendiğinde deney grubunun medyan değerinin öntestte Md=21 iken sontestte Md=28 olduğu, kontrol grubunun medyan değerinin ise hem öntestte hem de sontestte Md=19 olduğu görülmektedir. Gruplar arası farklılığın anlamlılığını gösteren p değerinin ise öntestte $p=.925$ iken sontestte $p=.066$ olduğu görülmektedir. Deney grubunun medyan değerinin son testte artış göstermesi ve p anlamlılık değerinin anlamlılık sınırı olarak baz alınan .05 değerine yaklaşması deney grubunun bilimsel süreç becerilerinde anlamlı olmamakla birlikte bir gelişim olduğu yönünde

yorumlanabilir. Nicel bulgular, gruplar arasında deney grubu lehine bir gelişme görülmekle birlikte bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını göstermektedir.

4.3.2. Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Nitel Bulgular

Bilimsel süreç becerilerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından kaydedilen gözlem notları, bilimsel süreç becerilerine ilişkin nitel verileri oluşturmaktadır. Bu bölümde her bir beceriye ilişkin araştırmacı tarafından alınan notlara deney ve kontrol grupları karşılaştırılarak yer verilmiştir.

4.3.2.1. Gözlem Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının gözlem becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 34 ve Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 34
Deney Grubunun Gözlem Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
1, 3, 5 ve 6. grubun deneyin başlangıcında yaptığı gözlemlere grup üyelerinin tamamı katılıyor. Verilen ön örnekler yeterince incelenerek deneye öyle başlanıyor. Grup üyeleri öğretmeni ve verdiği malzemeleri gözlemleme konusunda iyi. Ancak deneyin uygulanması sürecinde karşılaşılan farklı durumlar bu gruplarda yeterince incelenmiyor. Yalnızca en son aşamada görülecek olan değişime odaklanılıyor.	Gruplar deneyin başlangıç aşaması kadar sürecini de takip ediyorlar. Farklı grupların aşamalarını kontrol etmenin yanı sıra kendi deneyleri ile karşılaştırma yapıyorlar. Öğretmenin verdiği örneğe deneyin uygulama aşamalarında dönüş yaparak yeniden inceliyorlar. Diğer gruplardan farklı olarak 3. grupta her bir aşamanın nasıl gerçekleştiğini birlikte gerekçelendiren katılımcılar var. Grup içerisinde yapılan bu beyin fırtınası ile sonuca ilişkin gözlemler daha detaylı not ediliyor.
2. ve 4. gruplardaki katılımcılar öğretmenin vermiş olduğu örnek olayın incelemesi sürecinde aktifler. Deney sürecinde ise yaptıkları deneyde meydana gelen değişimleri incelemekten çok diğer gruplarda elde edilen değişimleri kendi deneylerinde görmeye çalışıyorlar. Bu sebeple deney sonucunda elde ettikleri bulguları yetersiz görebilmekte ve farklılıklarını karşılaştırmamaktalar.	

Tablo 35
Kontrol Grubunun Gözlem Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
7, 8, 10 ve 11. gruplarda öğretmenin verdiği örnekler detaylı şekilde inceleniyor. Olayda meydana gelen değişimlere ilişkin gözlemler yapılıyor. Fakat deneylerini tasarlama aşamasına geçtiklerinde son aşamaya kadar meydana gelen birtakım değişimleri takip etmiyorlar. Deneyin başlangıç ve sonuç aşamaları dışında gözlemler sınırlı kalıyor.	8, 9 ve 11. gruplar deneyin başlangıcında yapılan örnek uygulamaları yeterince gözlemliyor. Buna ek olarak örnek uygulamaları kendi deney sonuçları ile karşılaştırmak ve yorumlamak üzere tekrar inceliyor. Deney sonucunda elde edilen bulguları örnek çalışma ile karşılaştırarak yorumluyor. Fakat deney sürecindeki değişimlere ilişkin karşılaştırma ve incelemeler yapılmıyor.
9. grupta yalnızca deneyin başlangıcında yapılan örnek gösterimlere ilişkin gözlemler yapılıyor. Deney sürecindeki değişimler takip edilmediği gibi deneyin sonunda gerçekleşen değişimler de öncekiler ile karşılaştırılmıyor.	10. grupta deneyin başlangıç aşamasında gözlemler yapılıyor. Deneyin tasarlanması aşamasında verilen adımlar aynen uygulanırken, bu aşamalarda gelişen değişimlere ilişkin yorumlama yapılmıyor. Sonuç aşamasında ise deneyin beklenen durumlar ile ya da örnek durumlar ile karşılaştırılması da yapılmıyor. Gözlemler başlangıçta yapılanlar ile sınırlı kalıyor.

Deney ve kontrol gruplarının gözlem becerilerine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde, her iki grubun da ilk uygulamalarında deney süreçlerini gözlemleme konusunda zayıf oldukları görülmektedir. Doğrulayıcı deneylerin getirdiği bir alışkanlık olarak, öğretmen adaylarının yalnızca deney öncesinde verilen örnekleri ve devamında da deneyden elde edilecek olan bulguları inceledikleri görülmektedir. Deney sürecinde sonucu etkileyebilecek birtakım değişimler bulunmasına rağmen öğretmen adaylarının bu aşamalara dikkat etmedikleri görülmektedir. Buna ek olarak son uygulamalarda deney grubundaki öğretmen adaylarının deney sürecindeki ara değişimleri de inceledikleri ve gerek ön deneyler gerekse sonuçlarla ilişkilendirmeler yaptıkları görülmektedir. Kontrol grubunda ise deney sürecini takip etme konusunda gerekli adımların gerçekleştirilmediği ve deneyin başlangıç ve sonuç bölümlerinde yapılan gözlemler ile sınırlı kalındığı görülmektedir.

4.3.2.2. Sınıflama Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının sınıflama becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 36 ve Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 36

Deney Grubunun Sınıflama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Tüm gruplarda deneye başlamadan önce örnek olay ve yapılacak deneyin karşılaştırması yapılıyor. Neler sunulduğu ve ne gibi çalışmalar yapılacağı inceleniyor. Ancak bu aşamadan sonra 1,2,4,5 ve 6. gruplar malzemelere ilişkin herhangi bir sınıflandırma yapmıyor. Yalnızca 3. grup böyle bir gruplandırma yaparak kullanacakları malzemeleri nasıl seçeceklerini inceliyor. Bu incelemede deneyde kullanılacak olan malzemeler de sürece dahil edilerek örnek olaydan farklı olarak ne gibi çalışmaların yapılacağı gözden geçiriliyor.	1,3 ve 6. gruplar örnek olay ile yapacakları deneyin karşılaştırmalarına ek olarak deneyde kullanacakları malzemeleri deneydeki rollerine göre sınıflandırıyor. Bu sınıflandırmada belirlenen roller ise deneyin tasarlanması sırasında dikkate alınıyor. Deney sonuçlandığında malzemelerin bu rolleri ve malzemelerin özellikleri değerlendirilerek deney bulguları da sınıflandırılıyor. 2 ve 4. gruplar örnek olay incelemesi ve deney malzemelerinin deney öncesinde sınıflandırılması aşamalarını gerçekleştiriyor. Bu sınıflandırmada malzemeleri deneyde hangi görevlerde kullanılacaklarına bakıyor. Deney sürecinde ve sonunda ise herhangi bir sınıflandırma ya da değerlendirme yapmıyor. 5. grup örnek olay ile deneyi ilişkilendirme yapıyor. Ancak malzemeleri kullanırken herhangi bir sınıflandırma yapmaksızın örnek olayda verilen düzeneğin aynısını kuruyor.

Tablo 37
Kontrol Grubunun Sınıflama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
11. grup örnek olayın deney ile karşılaştırılması işlemini ilk yapan grup. Bu grupta gözlemlenen ve yapılacak olan aşamaların karşılaştırması yapılarak deney sürecini şekillendirmeye çalışıyorlar. Bu aşamada malzemelere ilişkin de bir sınıflandırma yaparak her birisini özelliklerine göre ayrı ayrı inceliyorlar. Deneyin diğer aşamalarında sınıflandırma yapılmıyor. Diğer gruplarda malzemelerin deney öncesi ve sonrasında incelenmesi gibi bir durum gözlemlenmiyor. Malzemeler örnek olayda gösterildiği şekliyle taklit ediliyor. Diğer aşamalarda da sınıflandırmaya ilişkin bir uygulama yer almıyor.	7. ve 9. gruplar örnek olayda verilenler ile deneyi karşılaştırmadan doğrudan deneyin malzemelerini inceliyor. Bu malzemeleri ve yapılacak olan aşamaları inceleyerek deneye başlıyor. Malzemelerin aşamalarda nasıl kullanıldığına bakarak bazı malzemelerde sınıflandırma yapıyorlar. Deneyin uygulanması aşamasında bir sınıflandırma yapmayarak, yalnızca deneyin sonunda elde edilen bulgular ile malzemelere ilişkin sundukları sınıflandırmanın bir karşılaştırmasını yapıyorlar. Diğer gruplar deneye ilişkin malzemeleri deney öncesinde sınıflandırarak hangi aşamalarda kullanılacaklarını inceliyorlar. Bunun dışında bir sınıflandırma yapmıyorlar.

Sınıflama becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda deneyin başlangıç aşamasında verilen örnek olayların incelenmesi ile sınırlı kalırken son uygulamalarda daha fazla sınıflama davranışı sergileyerek malzemelere ilişkin bazı aşamalar gerçekleştirdikleri görülmektedir. Ayrıca bazı grupların başlangıç aşamasındaki bu sınıflamaya deney sonunda da tekrar dönerek gerekli karşılaştırmaları yaptıkları görülmektedir. Kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarına bakıldığında ise ön uygulamalara benzer olarak son uygulamalarda da grupların büyük oranda deneyin yalnızca bir aşamasında sınıflama yaptıkları görülmektedir. Ayrıca kontrol grubundaki öğretmen adaylarının örnek olayların incelenmesi yerine deneyin yapımı için verilen malzemeleri inceledikleri ve sınıflamaya ilişkin davranışların bu aşamada kendini gösterdiği görülmektedir. Bu bulgulardan hareketle sınıflama becerisinin deney grubunda son uygulamalarda daha etkin bir şekilde öne çıktığı, kontrol grubunda ise ön uygulamalarda yer alan sınırlılıkların aynen devam ettiği söylenebilir.

4.3.2.3. İletişim Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının iletişim kurma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 38 ve Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 38
Deney Grubunun İletişim Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
1,3 ve 6. gruplar deneyin hem başlangıç hem de uygulama aşamalarında iletişim konusunda aktifler. Bu gruplar deney öncesinde gözlemlerini birbirlerine anlatarak deneyi nasıl tasarlayabileceklerine ilişkin gerekçeli fikirler paylaşıyorlar. Deney öncesinde elde ettikleri gözlem sonuçlarını ve uygulama sürecinde elde ettikleri yeni gözlem sonuçlarını görseller ile sunuyorlar. 2, 4 ve 5. gruplar deneye ilişkin gözlem sonuçlarını birbirleri ile paylaşmıyorlar. Fakat deneyin uygulanması aşamasına ilişkin fikirlerini grup arkadaşlarına anlatarak deneyi şekillendirmeye çalışıyorlar. Ayrıca deneyden elde ettikleri bulguları detaylı bir şekilde kaydederek sunuyorlar.	4. grup deney öncesinde fikir alışverişi yaparak deneye öyle başlıyor. Ayrıca deneyde elde edilen bulguları gerekli yerlere detaylı bir şekilde kaydediyor. 4. grup dışındaki gruplarda deney öncesinde gözlemlere dayalı fikir alışverişi yapılıyor. Bu fikir alışverişini takiben deneyin her aşamasında gerekli yerler çalışma kağıdına not alınarak bulguların sunumunda kullanılıyor. Bulguların sunumu esnasında ise bu bölümlerden elde edilen verilere görseller ekleniyor.

Tablo 39

Kontrol Grubunun İletişim Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Tüm gruplarda deneyin nasıl yapılacağına ilişkin bir fikir alışverişi yapılıyor. Fikirler doğrultusunda deneylere bir uygulama yolu çizilerek deneyler yapılıyor. Deneylerin yapılması aşamasında ise çalışma kağıdında istenen bölümler dikkatli bir şekilde dolduruluyor. Diğer gruplardan farklı olarak 7 ve 11. gruplarda deney öncesinde verilen örnek uygulamalarda yapılan gözlemler grup arkadaşları ile paylaşılıyor. Bu gözlem bulguları deneyin yapımına ilişkin fikir sunma sürecinde yapılıyor.	Gruplar deneylere başlamadan önce yapım aşamalarını inceleyerek hangi aşamada ne yapmaları gerektiğini tartışıyor. Bu tartışmalar sırasında gözlemlerine ilişkin bulgular sunuyorlar. 8 ve 11. gruplar bu aşamalara ek olarak deney sürecinde yaptıkları işlemleri de çalışma kağıtlarına detaylı bir şekilde aktarıyorlar.

İletişim kurma becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde her iki grupta da öğretmen adaylarının deney öncesinde iletişim kurma aşamalarını kısmen gerçekleştirebildikleri görülmektedir. Bu iletişimleri ise genellikle deneye başlamadan önce deneyin uygulama aşamalarına yönelik fikirlerin beyan edilmesi boyutunda olmuştur. Çalışma yapraklarının etkili kullanılması sürecine bakıldığında ise verileri kağıda aktarma ve bu verileri görseller ile destekleme noktasında daha sınırlı kalındığı görülmektedir. Ön uygulamalarda gerçekleştirilen başlangıç düzeyindeki iletişim davranışlarının son uygulamalarda her iki grupta da korunduğu görülmektedir. Ancak deney grubunun son uygulamalarına ilişkin gözlem notlarına bakıldığında deney grubundaki öğretmen adaylarının verileri daha detaylı şekilde kaydettikleri ve görsellere daha fazla yer verdikleri görülmektedir.

4.3.2.4. Ölçme Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının ölçme becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 40 ve Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 40

Deney Grubunun Ölçme Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Grupların tamamı deneyin uygulanması aşamasında neyi saymaları gerektiği konusunda gerekli tespiti yapıyor. Bu tespitin ardından deneylerini gerçekleştirerek ölçümler alabiliyor. Ancak doğru ölçme aracının belirlenmesi ve ölçme aracının doğru kullanılması noktasında yalnızca 3 numaralı grup başarılı oluyor. Uygulamanın yapılacağı sürenin en az hata ile ölçülmesi konusunda yalnızca 3 numaralı grup dikkatli davranıyor. Diğer gruplar ya herhangi bir kronometre, saat kullanmadan hareket ediyor ya da bu aletleri kullanırken doğru zamanlamayı yakalayamıyor.	Grupların tamamı ölçmeleri gereken durumu belirliyor. Belirledikleri değerliği hangi aşamada ölçeceklerini tespit edebiliyor. 4. grup dışındaki tüm gruplar bu değerliği ölçmek için bir ölçme aracı belirliyor ve ölçme aracını doğru şekilde kullanabiliyor. Yalnızca 4. grupta ölçme aracı belirlemek yerine grup üyelerinden birisinin sayması ile süre tutmaya çalışıyorlar.

Tablo 41

Kontrol Grubunun Ölçme Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
10. grup deneyde uygulanacak ölçme işleminin hangi değer üzerinden olacağını belirleyip ona uygun bir ölçme birimi ve ölçme aracı belirleyebiliyor. Deneyini bu doğrultuda gerçekleştirerek ölçme işleminin tamamını yürütüyor. Diğer gruplar ise ölçecekleri değerliği belirleme ve ölçme aracını seçme işlemlerini gerçekleştiriyorlar. Ancak bu gruplar ölçme aracında dikkate almaları gereken ölçme birimini belirleme konusunda sınırlı kalıyorlar.	Ölçülecek olan değerliğin belirlenmesi tüm gruplarda yapılıyor. Gruplar bu değerliği grup içinde fikirler sunarak belirliyor. Ancak değerliğin ölçülmesi noktasında gruplar doğru ölçme araçlarını ve ölçme birimlerini belirleyemiyor. Yalnızca 8 ve 11. gruplar doğru ölçme aracını belirleme işlemini gerçekleştirebiliyor. Bu gruplarda da ölçme aracı içerisinde hangi ölçme biriminin dikkate alınacağını belirleme noktasında sınırlı kalınıyor.

Ölçme becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde öğretmen adaylarının deneyde ölçülecek olan birimi belirleme noktasında bir sorun yaşamadıkları görülmektedir. Ancak ölçme işleminin devam eden aşamalarında sınırlılıkların olduğu görülmektedir. Deney grubunda öntestte yalnızca bir grup bir sonraki aşamaya geçebiliyorken sontestte bir grup hariç tüm grupların bir sonraki aşamaya geçebildikleri ve ölçme aracını doğru belirleyebildikleri görülmektedir. Bununla birlikte kontrol grubundaki öğretmen adayları öntestte doğru ölçme aracının belirlenmesi aşamasını da gerçekleştirebiliyorken sontestte yalnızca iki grubun bu aşamaya geçebildikleri görülmektedir. Diğer gruplar değerliğin belirlenmesi aşamasını gerçekleştirerek doğru ölçme aracını belirleyememiş ve ölçme işlemlerinde sınırlı kalmışlardır. Bu bulgulardan hareketle deney grubunun sontestte ölçme becerisi konusunda gelişim gösterdiği, kontrol grubunun ise sontestte daha sınırlı kaldığı söylenebilir.

4.3.2.5. Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının sayı-uzay ilişkisi kurma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 42 ve Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 42

Deney Grubunun Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplar deney içerisinde belirleme ihtiyacı duydukları kuvvetleri ve yönlerini tayin ederken en fazla zorlanmayı yön bazında yaşıyorlar. 4. grup yön ve doğrultuların her ikisini de doğru şekilde yapamıyor. 1. grup uygulanan tüm kuvvetlerin yön ve doğrultu tayinlerini doğru şekilde yapabiliyor. Diğer gruplar ise doğrultuları doğru şekilde tespit edebilmelerine rağmen yön konusunda sınırlı kalıyorlar.	Doğrultuların belirlenmesi noktasında 4. grup dışındaki tüm gruplar başarılı. 4. grupta kuvvetin yön ve doğrultusu deney sürecinde ortaya çıkan dış kuvvetlerin yön ve doğrultuları ile karıştırılıyor. 1. grup kuvvetlere ilişkin tespitleri doğru yaparken, diğer gruplar kuvvete ilişkin doğrultuyu belirlemek ile sınırlı kalıyor.

Tablo 43

Kontrol Grubunun Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplar deney içerisinde belirleme ihtiyacı duydukları kuvvetleri ve yönlerini tayin ederken en fazla zorlanmayı yön bazında yaşıyorlar. 4. grup yön ve doğrultuların her ikisini de doğru şekilde yapamıyor. 1. grup uygulanan tüm kuvvetlerin yön ve doğrultu tayinlerini doğru şekilde yapabiliyor. Diğer gruplar ise doğrultuları doğru şekilde tespit edebilmelerine rağmen yön konusunda sınırlı kalıyorlar.	Doğrultuların belirlenmesi noktasında 4. grup dışındaki tüm gruplar başarılı. 4. grupta kuvvetin yön ve doğrultusu deney sürecinde ortaya çıkan dış kuvvetlerin yön ve doğrultuları ile karıştırılıyor. 1. grup kuvvetlere ilişkin tespitleri doğru yaparken, diğer gruplar kuvvete ilişkin doğrultuyu belirlemek ile sınırlı kalıyor.

Sayı-uzay ilişkisi kurma becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün deneyde yer alan kuvvetlerin doğrultusunun belirlenmesi noktasında sorun yaşamadıkları görülmektedir. Bununla birlikte kuvvetlerin yönünün doğru tayin edilmesi noktasında sınırlı kaldığı görülmektedir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün doğrultuyu doğru tahmin etmekle sınırlı kaldığı, bu durumun hem öntest hem de sontestte aynı şekilde gözlemlendiği dikkat çekmektedir. Diğer yandan kontrol grubunun da sontestte öntest ile benzer durumda olduğu görülmektedir. Bu noktadan hareketle hem deney hem de kontrol grubunun uygulamalar sonrasında sayı-uzay ilişkisi kurma becerilerinin uygulamalar öncesi durumları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

4.3.2.6. Tahminde Bulunma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının tahminde bulunma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 44 ve Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 44

Deney Grubunun Tahminde Bulunma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
1,3 ve 6. gruplarda yapılacak deneye ilişkin tahminler yapılarak grup arkadaşları ile paylaşılıyor. Bu tahminlerden yola çıkarak deneyi nasıl yapacaklarını kararlaştırıyorlar. Bu süreçte deney malzemelerini inceleyerek deneyin uygulanması sırasında bu malzemelerin durumlarına yönelik tahminlerde bulunarak seçimlerini bu doğrultuda yapıyorlar. Diğer gruplarda deney öncesinde de deney uygulama sürecinde de herhangi bir tahmin yapılmıyor. Deneyin uygulanması sırasında ortaya çıkan durumlar sonraki aşamaların belirleyicisi oluyor.	Gruplar deney için verilen sürede yeterince uygulama gerçekleştirebilmek amacıyla deney öncesi tartışmalar yaparak tahminlerde bulunuyor. Bu tahminler sırasında gruptan her katılımcının fikirleri ortaya koyuluyor. Deney öncesinde yapılan tahminler tüm gruplarda gözlemlenirken 1 ve 3. gruplarda deney sırasında bir sonraki aşamalar üzerinde de tahminler yürütüldüğü görülüyor.

Tablo 45

Kontrol Grubunun Tahminde Bulunma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Tüm gruplar deneye başlamadan önce verilen örnek olaydan yola çıkarak kendi deneyleri ile ilgili tahminlerde bulunuyor. Yapacakları deneyde ne gibi değişimler olabileceği üzerine tahminlerde bulunarak çalışma yaprağındaki aşamaları ön incelemeye alıyor. Deneyin yapımı sırasında da bir önceki aşamalara bakarak sonraki aşamalara ilişkin tahminlerde bulunuyorlar.	9 ve 11. gruplar deney öncesi ve deney sırasında tahminlerden faydalanarak uygulamalarını şekillendirmeye çalışıyorlar. Toplayacakları verilerin neler olabileceğine ilişkin tahminler yaparak her bir aşamada bu doğrultuda veriler kaydediyorlar. Diğer gruplarda gerek deney öncesinde gerekse deneyin uygulanması sırasında gözlemlenen bir tahmin davranışı bulunmuyor. Diğer gruplar çoğunlukla çalışma kağıdında verilen aşamaları doğru uygulayıp uygulamadıklarını kontrol ediyorlar.

Tahminde bulunma becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının öntest uygulamalarında tahminde bulunma konusunda daha sınırlı davrandıkları görülmektedir. Gruptaki öğretmen adaylarının bir bölümü deney öncesi tahminlerde bulunurken bir bölümünün deney öncesinde de deney sırasında da herhangi bir tahminde bulunmadığı görülmektedir. Sontest uygulamalarına bakıldığında ise grupların tamamının deney öncesi tahminlerde bulundukları ve grupların bazılarının deneyin uygulanması sürecinde de tahminler yürüttükleri gözlemlenmiştir. Kontrol grubuna bakıldığında ise öntest uygulamalarında grupların tamamında deney öncesi tahminlerin gözlemlendiği dikkat çekmektedir. Sontest uygulamalarına bakıldığında ise grupların bir bölümünde tahminde bulunma becerisi gözlemlenememiştir. Aksine bu öğretmen adaylarının çalışma yapraklarındaki aşamaları adım adım uyguladıkları ve sonraki aşamalara ilişkin bir ön çalışma içerisine girmedikleri görülmektedir. Bu bulgulara dayanarak uygulama sürecinin ardından deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha olumlu değişimlerin görüldüğünü söylemek mümkündür.

4.3.2.7. Çıkarım Yapma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının çıkarım yapma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 46 ve Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 46

Deney Grubunun Çıkarım Yapma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
3. grupta yapılan uygulamalarda grup hem örnek olay hem de kendi deney süreçlerine ilişkin çıkarımlarda bulunuyor. Özellikle deneye başlamadan önce örnek olay ile ilgili inceleme süreleri diğerlerinden uzun. Yapılan çıkarımlar kendi deneylerinin ardından yeniden gözden geçiriliyor. Bu iki olay arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tartışılarak deneylerinden elde ettikleri sonucu yorumluyorlar. Diğer gruplarda çıkarım yapma yalnızca örnek olay üzerinden gerçekleşiyor. Örnek olayı anlamlandırabilmek için grup içinde fikir alışverişinde bulunuyor ve çıkarımlarından bahsediyorlar. Deneylerine ilişkin sürecin sonunda çıkarıma ilişkin bir davranış gözlemlenmiyor. Yalnızca elde edilen sonuç açıklanıyor.	1., 3. ve 6. gruplarda deney süreçlerinin her aşamasında çıkarımlarda bulundukları ve bu çıkarımlar doğrultusunda deney süreçlerini yeniden gözden geçirdikleri görülüyor. Gruptaki katılımcılar deneyin her aşamasında gerçekleşen olayların sonuca olan etkisine ilişkin çıkarımlarını sunarak grup içerisinde tartışılmasını sağlıyor. 2. ve 5. gruplar yalnızca örnek olay üzerinden çıkarımlarda bulunuyorlar. 4. grupta ise çıkarım yapma becerisine ilişkin bir davranış gözlemlenmiyor.

Tablo 47

Kontrol Grubunun Çıkarım Yapma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
11. grup verilen örnek olayın grup içerisinde değerlendirmesini yaparak bazı çıkarımlarda bulunuyor. Bu çıkarımlar üzerinden örnek olayı anlamlandırmaya çalışıyor. Ancak diğer gruplarda ne örnek olay ne de uyguladıkları deney üzerinden herhangi bir çıkarım yapmadıkları görülüyor.	Gruplardan yalnızca ikisi (7 ve 10) çıkarım yapma konusunda bir davranış sergilemiyor. Bu iki grup örnek olayı inceledikten sonra doğrudan kendi deneylerinin aşamalarını uygulayarak deney sonunda bulgularını sunuyor. 11. grup deney öncesinde de deney sonrasında da çıkarım yaparak grup içerisinde bu çıkarımların yorumlanmasını sağlıyor. Ayrıca bu çıkarımların birbirleri ile ilişkilendirmesini yaparak daha anlamlı hale getirmeye çalışıyor.

Çıkarım yapma becerisine ilişkin araştırmacı notları hem deney hem de kontrol grubunun uygulamalar sonrasında olumlu yönde bir değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Her iki grupta da öğretmen adayları çıkarımda bulunma davranışlarını daha sık göstermeye ve kendi deneylerinin uygulanma süreçlerini daha dikkatli şekilde incelemeye çalışmışlardır. Her iki grupta da çıkarım yapmayan katılımcı sayısı son test uygulamalarında azalma göstermiş, yapılan çıkarımlar örnek olaylarla sınırlı kalmak yerine kendi deneylerinin sonuçlarına da yansımıştır. Bu bulgulara bakıldığında uygulamalar sonrasında hem deney hem de kontrol grubunun çıkarım yapma becerilerinin geliştiği söylenebilir.

4.3.2.8. Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 48 ve Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 48

Deney Grubunun Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
2, 4 ve 5. gruplarda hangi değeri ya da durumu takip edeceklerini tespit etme konusunda sorun yaşıyorlar. Bağımlı ve bağımsız değişkenlere ilişkin bir ayırım yapamadıklarından deneye sağlıklı bir şekilde başlayamıyorlar. Diğer grupların neler yaptıklarına bakarak deneyin uygulama aşamalarına karar vermeye çalışıyorlar. Özellikle malzemeler konusunda diğer grupları takip ediyorlar. Diğer gruplar ise verilen görev tanımından bağımlı değişkeni tespit edebilmekle birlikte bağımsız değişkeni tespit etme noktasında sınırlı kalıyorlar. Bağımsız değişkenin hangi değişken olacağına ve bunun nasıl bir özelliğinin olması gerektiğine bakmaksızın deneme yanılma yoluyla değişken belirlemeye çalışıyorlar.	3 ve 6. gruplar değişkenleri doğru belirleyerek hangi değişkeni nasıl değiştireceklerini ve hangi değişkeni kontrol etmeleri gerektiğini belirleyebiliyor. 4. grupta değişkenlerin belirlenmesi noktasında sorunlar var. Verilen görev tanımından yola çıkarak hangi değerlerle neler yapılabileceğini belirleyemiyorlar. Diğer gruplar bu aşamada bağımlı değişkeni belirleyebiliyor. Ancak bu aşamadan sonrasını gerçekleştiremiyor, bağımsız ve kontrol değişkenlerine ilişkin bir çalışma yapmıyor.

Tablo 49

Kontrol Grubunun Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplardan yalnızca birisinde (11.grup) bağımlı değişkenin hangisi olduğu ve neler yapılacağına ilişkin açıklamalar yapılıyor. Diğer gruplarda hangi özelliğin hangi değişken olduğuna ya da hangi işlemlerin yapılacağına ilişkin bir tartışma yapılmıyor. Yalnızca uygulama aşamalarında verilen adımlar takip edilerek her bir aşama tamamlanmaya çalışılıyor.	İki grup (9 ve 11. Grup) yapılan işlemlerde hangi değişkenin nasıl bir görevi olduğunu belirleyebiliyor. Bu değişkenleri üzerinden deneyin uygulama sürecini inceliyorlar. Her bir aşamanın bu değişkenler ile ilgili nasıl bir değişimi hedeflediğine ilişkin konuşmalar yaparak gerçekleşmesini sağlıyorlar. Diğer gruplarda değişkenlere ilişkin bir konuşma ya da değişkenlerin belirlenmesine ilişkin bir davranış gözlemlenmiyor.

Değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisine ilişkin bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının öntest uygulamalarında örnek olay içerisinde veya yapılacak deneye ilişkin açıklamalar içerisinde verilen bağımlı değişkenleri tanımlama noktasında bile sorunlar yaşayabildikleri görülmektedir. Ancak sontest uygulamalarına bakıldığında hem deney hem de kontrol gruplarının değişkenlerin belirlenmesi boyutunda olumlu yönde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Her iki grupta da değişkenlere uygulanacak işlemleri tanımlayabilen gruplar olduğu dikkat çekmektedir. Ancak her iki grupta da bu aşamayı tam olarak gerçekleştiremeyen katılımcılara da rastlamak mümkündür. Bulguların tamamı dikkate alındığında uygulama süreci sonrasında hem deney hem de kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme noktasında olumlu yönde değiştiği söylenebilir.

4.3.2.9. Hipotez Kurma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının hipotez kurma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 50 ve Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 50

Deney Grubunun Hipotez Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplardan yalnızca 3. grupta hipoteze ilişkin çalışmalar gözlemlendi. Gruptaki katılımcılar deneylerini nasıl yapacaklarını tartışırken vardıkları son noktayı kurdukları hipotezleri ile ortaya koydular. Deney sonrasında hipotezlerine tekrar baktılar ancak yeni bir hipotez kurmadılar. Diğer gruplarda deneyin hiçbir aşamasında hipotez kurma olmadı.	2 ve 4. gruplar herhangi bir aşamada hipotez kurmadılar. Deneylerini başlatırken verilen malzemeleri verdikleri kararlar doğrultusunda seçerek kullanıyorlar. Ancak malzemeleri seçmeleri sürecinde gerekçe olarak gösterilebilecek bir fikir ortaya koymadılar. Dolayısıyla hipoteze ilişkin bir davranış gözlemlenmiyor. Diğer gruplarda deneye başlamadan önce ortaya bir hipotez koyularak bu hipotez doğrultusunda hangi aşamaların yapılacağına ve malzemelerdeki değişimlerin nasıl yorumlanacağına karar veriliyor.

Tablo 51

Kontrol Grubunun Hipotez Kurma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Grupların tamamı deney öncesinde bir hipotez kurmadan deneylerine başlıyor. Deneylerinde verilen aşamalarda istenilenleri uygulayarak gerekli notları alıyorlar. Ancak deneylerin başlangıcında ve sonucunda herhangi bir hipotez kurulmuyor. Dolayısıyla elde edilen bulgular da yeni bir hipotez kurma amacıyla kullanılmıyor.	9 ve 11. gruplarda deneye başlamadan önce deneyde uygulanacak olan aşamalar inceleniyor. Her bir aşamada yapılması istenilen uygulamalardan yola çıkarak deneyin sonucuna ilişkin bir hipotez kuruluyor. Deneyin tamamlanmasının ardından yeni bir hipotez kurulmasa da ilk hipoteze ilişkin elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılıyor. Diğer gruplar deneyin başlangıç ve bitiş bölümlerinde herhangi bir hipotez kurmayarak yalnızca verilen aşamaları uyguluyorlar.

Hipotez kurma becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde öğretmen adaylarının öntest uygulamalarında hipotezler kurma konusunda oldukça zayıf oldukları görülmektedir. Bu durum hem deney hem de kontrol grubunda yer alan öğretmen adayları için benzerlik göstermektedir. Ancak sontest uygulamalarında öğretmen adaylarının deney öncesinde hipotezler kurarak uygulama süreçlerini sorgulamaya başladıkları görülmektedir. Deney grubunda kurulan hipotezler deneyin uygulama aşamalarını şekillendirirken, kontrol grubunda kurulan hipotezler deneyi yapmak üzere verilen aşamaların her birisinin anlamlandırılarak uygulanmasını sağlamıştır. Deney sonrasında yapılan çıkarımlar yoluyla yeni hipotezler kurulması aşamasını ise hiçbir çalışma grubunun gerçekleştirmediği dikkat çekmektedir. Bulgulara bakıldığında uygulama sürecinin hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin hipotez kurma becerilerinin olumlu yönde değişmesini sağladığı söylenebilir.

4.3.2.10. Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının verileri kaydetme ve yorumlama becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 52 ve Tablo 53’de verilmiştir.

Tablo 52

Deney Grubunun Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
4. grup deneyde yorumlamaları gereken birtakım veriler toplamalarına rağmen bu verilere ilişkin bir yorum yapmıyor. Diğer grupların yorumlarına ve deney süreçlerine bakarak bulgularını bu doğrultuda yorumluyor. Diğer gruplar elde ettikleri verileri yorumluyorlar. Ancak yorumlarında deneye ilişkin uygulama adımlarını ve kurulabilecek hipotezleri dikkate almıyorlar. Yalnızca verilere ilişkin sayısal değerlere bakarak karşılaştırma gereği duymadan yorumluyorlar.	1 ve 6. gruplar deneylerinde uyguladıkları aşamaların tamamını verileri yorumlarken kullanıyor. Verilerin bu şekilde çıkmasını uygulama adımları ile açıklamaya ve şekillendirmeye çalışıyor. Diğer gruplar verilerine ilişkin yaptıkları yorumları uygulama adımları veya herhangi bir hipotez üzerinden yapmıyor. Bunun yerine verileri bağımsız olarak inceleyip ham haliyle yorumluyorlar.

Tablo 53

Kontrol Grubunun Verileri Kaydetme ve Yorumlama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
7 ve 10. gruplarda verilere ilişkin herhangi bir yorumlama yapılmaksızın veriler kaydediliyor. Bu veriler deney sonunda örnek olay ile yalnızca sonuçlar bakımından karşılaştırılıyor. Diğer gruplarda verilerin toplanmasına ek olarak yorumlamalara da yer veriliyor. Her bir verinin toplandığı aşamalarda çalışma kağıdına yazılmadan önce grup olarak yorumlanıyor. Bir sonraki aşamaya geçmeden önce toplanan verilerin anlamlandırılması sağlanıyor.	9 ve 11. gruplarda verilerin yorumlanması yapılırken önceki aşamalarda neler yapıldığına da bakılıyor. Yorumlar bu aşamalarda yapılan işlemler ile ilişkilendiriliyor. 11. grup verilerin her bir aşamada ne gibi sonuçlar sunduğuna özellikle bakıyor. Bu grupların dışındaki gruplarda veriler toplandıktan sonra yalnızca kâğıda aktarılıyor. Katılımcılar bu süreçte iş bölümü yaparak verileri topluyor. Ancak bir yorumlama yapmıyorlar.

Verileri kaydetme ve yorumlama becerisine ilişkin araştırmacı notları öntest uygulamalarında hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının topladıkları verileri yorumladıklarını göstermektedir. Ancak bu yorumların hipotezler ya da uygulama aşamaları ile ilişkilendirilmediği, yüzeysel bir yorumlama ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Sontest uygulamalarına bakıldığında ise deney grubundaki katılımcıların bir kısmının verileri deneyin uygulama aşamaları ile ilişkilendirdikleri, kalanların bu ilişkilendirmeyi yapmamalarına rağmen verilere ilişkin yorumlar yapmaya devam ettikleri belirlenmiştir. Bu bakımdan deney grubunda sontestte olumlu bir değişim gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Kontrol grubuna bakıldığında ise öntestte büyük oranda verilere yorumlamalar yapan öğretmen adaylarının sontestte verilere ilişkin yorumlar sunma konusunda daha az katılım gösterdikleri görülmektedir. Yalnızca bir grubun verileri deneyin uygulama aşamaları ile birlikte değerlendirdiği, büyük bir çoğunluğunun ise verilere ilişkin yorumlamalarda bulunmadığı görülmüştür. Bulgulara bakıldığında uygulama sürecinin sonunda verileri kaydetme ve yorumlama becerisinde deney grubunun lehine bir gelişme gerçekleştiği söylenebilir.

4.3.2.11. Operasyonel Tanımlama Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının operasyonel tanımlama becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 54 ve Tablo 55’de verilmiştir.

Tablo 54

Deney Grubunun Operasyonel Tanımlama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Grupların tamamında deneyin uygulanması aşamasında yapılacak olan ölçümlere ilişkin fikirler sunuluyor. Ölçümlerin nasıl yapılacağını tüm gruplar belirliyor. Grupların bir kısmında ölçümlerin başlama ve bitiş süreleri ile ilgili yanlış tespitlerden kaynaklı olarak ölçüm aşamalarında hatalar oluşuyor. Bazı gruplarda ise ölçümlerin dolaylı yapılma yolları belirlenemiyor. Bu noktada tüm gruplar ölçümlerin yapılabilmesi için belirli aşamalarda fikirler sunuyor. Ancak grupların ilerleme konusunda sınırlı kaldıkları görülüyor.	Gruplardan yalnızca birisi deneyde yapılacak olan ölçümlerin doğru şekilde yapılabilmesi için gereken aşamaları sunabiliyor. Diğer gruplar ölçüm aşamasına ilişkin fikirler sunmakla birlikte doğru tespitlerin yapılabilmesi için gereken nihai bir yol belirleyemiyor.

Tablo 55

Kontrol Grubunun Operasyonel Tanımlama Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Grupların ikisinde öğretmen adayları ölçüm işlemlerine ilişkin herhangi bir yol önermeyerek diğer grupları izliyorlar. Grupların izledikleri yolları anlamlandırmaya ve bu noktalardan yola çıkarak deneylerini ilerletmeye çalışıyorlar. Diğer gruplar ise ölçüm işlemleri için gereken yolları ortaya koymak için grup içerisinde fikir alışverişi yapıyor. Ölçüm için en faydalı olacağını düşündükleri yolları deniyorlar.	Gruplar ölçümlere ilişkin öğretmenden dönüt bekliyor. Yapacakları ölçümlerde neyi nasıl ölçeceklerini, ölçtükleri değerleri birbirleri ile nasıl ilişkilendirebileceklerini kararlaştırmaya çalışıyorlar. Gruplardan ikisi bu konuda kısmen başarı sergileyebiliyor. Ölçmeleri gereken değerleri belirleyerek grup arkadaşlarını iş bölümüne sevk ediyor. Bu iş bölümü ile örnek bir ölçme işlemi yaparak sağlıklı sonuçlar verip vermediğine bakıyorlar. Gruplardan birisi bu yollardan en başarılı olanını tespit edebiliyor.

Operasyonel tanımlama becerisine ilişkin araştırmacı notlarından da anlaşılaçağı üzere öğretmen adaylarının genel sorunları ölçecekleri değeri ve bu değeri ölçmeye ilişkin doğrudan ya da dolaylı ölçüm yollarını belirlemek noktasında olmaktadır. Öğretmen adaylarının bu süreci doğru şekilde tasarlama noktasında sınırlı kaldıkları ve grup içerisinde yaptıkları fikir alışverişleri ile bu durumu çözmeye çalıştıkları görülmektedir. Hem deney hem de kontrol grubunda öğretmen adaylarının öntest ve sontest uygulamaları birbirlerine benzer veriler sunmuştur. Bu bulgulara dayanarak uygulama sürecinin deney ve kontrol gruplarının operasyonel tanımlama becerilerinde bir değışime sebep olmadığı söylenebilir.

4.3.2.12. Deney Yapma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının deney yapma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 56 ve Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 56

Deney Grubunun Deney Yapma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplardan ikisi deneyin nasıl tasarlanacağına ilişkin planlamalar yapıyor. Ancak deneyin hipotezi, değişkenleri gibi bazı noktalar üzerinde durulmuyor. Deneyin fiziksel olarak beklenen görüntüsünü planlamakla sınırlı kalıyor, uygulama sürecinden elde edilecek olan veriler nispeten geri planda kalıyor. Diğer gruplar deneyin hipotezini belirleme, değişkenlere ilişkin birtakım planlamalar yapma ve hipotezin deney sürecinde sınanması işlemlerini gerçekleştiriyor. Bu aşamaların her birisi farklı gruplarda ortaya çıkıyor.	Grupların tamamı deneyi fiziksel olarak tasarlama noktasında başarılı. Deneyin belirli bir hipotez doğrultusunda tasarlanması ve incelenmesi aşamasına yalnızca bir grup geçemiyor. Diğer gruplar deneyi belirli bir hipotezi sınyacak biçimde tasarlayabiliyor. Bu noktada bazı gruplar hipotezi doğrudan ifade etmese de tasarladıkları deneyin bir hipotezi test edebilecek ve belirli değişkenleri sınyabilecek şekilde planlandığı görülüyor. Gruplardan birisi deneyin tüm aşamalarını sınyayla uygulayarak deney sonunda deneyin tekrarlanıp tekrarlanmamasına ilişkin gerekçeli düşüncesini ortaya koyuyor.

Tablo 57

Kontrol Grubunun Deney Yapma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplar deneyin nasıl yapılacağına ilişkin bir planlama yaparak fiziksel tasarımı ortaya çıkarabiliyor. 10. grup dışındaki tüm gruplar deneyin tasarlanmasına ek olarak deneyi hipotez ile ilişkilendirme, değişkenleri süreçte nasıl takip edeceğini belirleme ve hipotezin test edilme süreci aşamalarından birisini gerçekleştiriyor. 10. grup ise yalnızca deneyi fiziksel olarak örnek olaya benzer şekilde tasarlayabiliyor.	11. grup deneyin başlangıcından son aşamasına kadar belirli bir mantık içerisinde ilerliyor. Hipotez olarak belirledikleri durumu deneylerinin tasarımında dikkate alıyor. Ayrıca deneyden elde edilen bulguları doğrudan hipotezi ile karşılaştırıyor. Gruplardan ikisi deneyi örnek olaya benzer şekilde fiziksel olarak taklit ediyor. Ancak bu gruplar deney yapma aşamalarının diğer gerekliliklerini gerçekleştirmiyor. Diğer gruplar ise deney düzeneklerini kurarak deneyde izleyecekleri değişkenlerini ve kontrol edecekleri değişkenlerini belirliyor. Verilerini toplarken bu değişkenlere odaklanıyor. Elde edilen sonuçları deneyin sonraki aşamalarına yönelik olarak sorgulama noktasında ise yalnızca 11. grup aktif davranıyor.

Deney yapma becerisine ilişkin notlar öğretmen adaylarının en kolay yaptıkları işlemin deney düzeneğini fiziksel olarak hazırlamak olduğu göstermektedir. Ancak deneyin başarılı ve sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için gereken diğer aşamalara bakıldığında ise gruplarda farklılaşmalar dikkat çekmektedir. Öntest uygulamalarında hem deney hem de kontrol grubundaki katılımcıların büyük oranda deney yapma aşamalarını kısmen gerçekleştirebildikleri görülmektedir. Öğretmen adayları deneyleri fiziksel olarak tasarlamının yanında bu deneylerin değişkenlerini ve hipotezlerini belirlemek aşamalarını gerçekleştirebilmiştir. Sontest uygulamalarından elde edilen verilere bakıldığında ise her iki grupta da deney yapma becerisinin aşamalarını sağlıklı bir şekilde yürütebilen birer grup olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grupları ayrı ayrı incelendiğinde her iki grupta da sontest uygulamalarında olumlu bir değişim olduğu görülmektedir. Ancak deney ve kontrol gruplarında meydana gelen bu olumlu değişim her iki grupta da benzer şekilde gerçekleşmiştir. Bu bulgulardan hareketle deney ve kontrol gruplarının deney yapma becerilerinin sontestte artış gösterdiği, bu artışın iki grupta da benzer nitelikte olduğu söylenebilir.

4.3.2.13. Model Oluşturma Becerisine İlişkin Gözlem Notları

Deney ve kontrol grubunda yer alan çalışma gruplarının model oluşturma becerilerine ilişkin alınan notlar Tablo 58 ve Tablo 59’da verilmiştir.

Tablo 58

Deney Grubunun Model Oluşturma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Grupların büyük bir bölümü örnek olayı inceledikten sonra kendi deneylerini tasarlama aşamasına geçiyor. Problem durumlarını belirleyen gruplar malzemeleri inceleyerek deneylerine ilişkin planlamaya geçiyorlar. Gruplardan birisi (3. grup) örnek olayda meydana gelenleri anlamlandırabilmek amacıyla örnek olayın modelini tasarlıyor. Aynı düzeneği kurarak gerekli incelemeyi yapıyor. Ardından problem durumuna ilişkin bir model tasarlamaya başlıyor.	Gruplardan üçü örnek olayın incelemesini yaparken bir model oluşturuyor. Bu modelde örnek olayda meydana gelen değişimleri inceleyerek grup içerisinde tartışıyorlar. Deneylerinde neler yapacaklarını konuşurken bu modeli de göz önünde bulundurdukları bir deney tasarlıyorlar. Diğer gruplar ise yalnızca kendi deneylerini tasarlayarak uygulama aşamalarına başlıyorlar. Yaptıkları tasarımlarını örnek olay ile ilişkilendirme konusunda daha sınırlı kalıyorlar.

Tablo 59

Kontrol Grubunun Model Oluşturma Becerilerine İlişkin Notlar

Öntest Notları	Sontest Notları
Gruplardan ikisi örnek olayı inceledikten sonra bir deney düzeneği tasarlamıyor. Yapacakları deneyi planlamak ve gerçekleşen olayın mantığını kavramalarını sağlayacak basit çizimler ile çalışıyorlar. 11. grup ise hem örnek olaya ilişkin bir model tasarlıyor, hem de yapacağı deneyi temel anlamda kurarak içerisinde hangi değişkenler ile çalışacağını planlıyor. Diğer gruplar ise deneylerini verilen çalışma yaprağı doğrultusunda tasarlamaya çalışıyorlar.	Grupların tamamı çizimler yerine modeller ve deney düzenekleri ile çalışıyor. Örnek olaydan yola çıkılarak yapılan düzenekler ve deneylerini sergiledikleri aşamaların tamamını yalnızca bir grup (11.grup) yapabiliyor. Diğer gruplar ise örnek olayı yalnızca izleyerek doğrudan kendi deneylerini tasarlamakla ilgileniyorlar.

Model oluşturma becerisine ilişkin araştırmacı notları incelendiğinde hem  ntestte hem de sontestte  ğretmen adaylarının kontrollü deney düzeneklerini oluşturma konusunda büyük oranda yeterli oldukları görülmektedir. Ancak  rnek olayın anlamlandırılması sürecinde herhangi bir model tasarlama eğiliminde olmadıkları görülmektedir. Hem deney hem de kontrol gruplarında örnek olaylar üzerinden modeller oluşturma ve inceleme aşamalarının gözlemlendiği gruplar oldukça azdır. Ancak sontest bulgularına bakıldığında deney grubunda model oluşturma ve kontrollü deney düzeneğini oluşturma işlemleri gerçekleştiren gruplarda artış görülürken kontrol grubunda bu oranda önemli bir değişiklik görülmemiştir. Bulgulara genel bir çerçeveden bakıldığında uygulamalar sonrasında deney grubunun model oluşturma becerilerinde olumlu yönde değişimler görülürken kontrol grubunda  ntest ve sontest arasında bir farklılık bulunamamıştır.



BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerine, “Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelenmiştir. Her bir değişkene ilişkin elde edilen verilerin analizleri Bulgular bölümünde ilgili başlıklar altında sunulmuştur. Bu bölümde, nicel ve nitel verilerden elde edilen bu bulgular doğrultusunda araştırmanın sonuçları tartışılmıştır. Sonuçlar her bir değişken için ilgili başlıklar altında detaylı bir şekilde tartışılmıştır. Ayrıca araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında gelecek araştırmalara yönelik önerilere de bölüm sonunda yer verilmiştir.

5.1.1. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine Etkisine İlişkin Sonuçlar

Öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliklerinin uygulama süreci sonundaki değişimlerini belirlemek amacıyla nicel ve nitel verilerden faydalanılmıştır.

Nicel verilere uygulanan ANCOVA analizinin sonuçlarına göre deneysel uygulama süreci sonunda sorgulamaya dayalı yaklaşımın uygulandığı deney grubu ile doğrulayıcı yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yani nicel verilere göre sorgulamaya dayalı Fizik deneylerinin öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri üzerinde bir etkisi bulunamamıştır. İstatistiksel açıdan anlamlı olmasa da grupların puan ortalamalarına bakıldığında deney grubunun puanında bir düşüş söz konusu iken kontrol grubunun puan ortalamasında bir artış olduğu dikkat çekmiştir.

Nitel verilere bakıldığında ise deney ve kontrol gruplarının özyeterlik ölçeğinin alt boyutları olan *fırsat* ve *kanıt* boyutlarında benzer durumdayken *rehberlik* ve *açıklama* boyutlarında aralarında bazı farklılıkların olduğu görülmüştür. Deney grubundaki öğretmen adaylarının deneysel uygulamalar sonrasında sundukları ifadelerinde bazı katılımcıların öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme süreçlerini tasarlama ve onlara rehberlik etme noktasında kendilerini yetersiz buldukları, bu sebeple de öğrencilerin araştırma süreçlerini yönlendirmek yerine onların araştırma sorularına cevaplar vererek sorgulama süreçlerini sınırlama eğilimleri olduğu belirlenmiştir. Bu durum sorgulamaya dayalı öğretim sürecinin önemli bir bileşeni olan *rehberlik* ve *açıklama* aşamalarında öğretmen adaylarının kendilerini yeterli hissetmediklerinin bir göstergesi sayılabilir. Öğretmen adaylarının bu algısı onların fen öğretim süreçlerinde sorgulama aşamasını daha kısa tutmalarına ya da doğrudan doğrulayıcı bir yaklaşım uygulamalarına sebep olabilir. Bununla birlikte açıklama alt boyutunda kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının deney grubuna kıyasla daha olumlu bir yaklaşım sergiledikleri belirlenmiştir. Bu bulgulara bakılarak kontrol grubunun özyeterliklerinin bu boyutta daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu bakımdan gerek nicel gerekse nitel sonuçlar sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri üzerinde bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Bu araştırma ile benzer bir çalışma yürüten Özdilek & Bulunuz (2009), rehberli sorgulamanın öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik özyeterlik inançlarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca çalışmada yer alan katılımcılar bu tarz uygulamalara öğretim süreçlerinde de yer verebileceklerini belirtmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada araştırma soruşturma tabanlı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik özyeterlik inançlarını geliştirdiği ve bu konuda geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şensoy & Aydoğdu, 2008). Sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları yürüten farklı çalışmalarda da sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı özyeterliklerinin (Usta Gezer, 2014) ve biyoloji özyeterliklerinin arttığı yönünde benzer bulgular elde edilmiştir. Literatürdeki bu çalışmalar göz önüne alındığında bu araştırmadan elde edilen sonuçlar bahsi geçen çalışmalarda elde edilen sonuçlardan farklı çıkmıştır.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında deneysel uygulama sürecinin deney grubu üzerinde bir etkisi bulunmadığını söylemek mümkündür. Özellikle görüşmelerden elde edilen nitel verilerin öğretmen adaylarından uygulama süreci sonrasında toplandığı düşünüldüğünde, deney grubunun özyeterliklerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük seviyede kaldığı söylenebilir. Ancak öğretmen adaylarının görüşmeler sırasında kullandıkları ifadeler incelendiğinde,

öğretmen adaylarının bu ifadelerinin aslında onların fen öğretim sürecine ilişkin bazı bireysel farkındalıklarını yansıttığı görülmektedir. Lundstrom, Jönsson, & Nilsson (2014) tarafından yürütülen çalışmada öğretmenler sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini deneyimledikten sonra sorgulamaya dayalı bir öğretim süreci yürütebilmek için daha fazla eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu durum söz konusu farkındalığı açıklar niteliktedir. Öğretmen adayları sorgulamaya dayalı deneyler yoluyla bu öğretim sürecinin nasıl ilerlediğini deneyimleme fırsatı buldukları için özellikle *rehberlik* ve *açıklama* boyutlarına ilişkin kendi durumlarını daha iyi değerlendirme fırsatı bulmuş olabilirler. Bu değerlendirme süreci sonunda ise sahip oldukları bilgi ve becerilere ilişkin daha gerçekçi bir bakış açısı sunarak görüşme sorularına bu bakış açısı ile cevap vermiş olabilirler.

Laboratuvar derslerinin etkili yürütülebilmesi için ciddi bir hazırlık süreci gerekmektedir. Özellikle sorgulamaya dayalı bir laboratuvar sürecinin etkili olabilmesi için öğretmenin iyi bir ders planlaması yapması ve öğrencilere aktif bir rehberlik gerçekleştirmesi gerekir. Dolayısıyla laboratuvar uygulamalarının sorgulamaya dayalı ve etkili bir hale getirilmesi çok kolay olmayabilir. Sürecin içerisinde yer alan deney grubundaki öğretmen adayları fen öğretim sürecine bu açıdan baktıklarında fen öğretim sürecini tasarlanması ve etkili hale getirilmesi daha zor bir süreç olarak düşünmüş olabilirler. Benzer şekilde kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının daha kendinden emin ifadeler kullanabiliyor olmaları ve deney grubunda yer alan olumsuz ifadelerle yer vermemeleri, onların sorgulamaya dayalı öğretim sürecine ilişkin deneyim eksikliklerinden ve deney grubundaki farkındalığı kazanamamış olmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Özetle, sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterlikleri üzerinde bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ancak öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmeler sonrasında öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğretim sürecini düşünerek kendilerini bu açıdan değerlendirdikleri ve öğretim süreçlerine ilişkin bir farkındalık kazandıkları görülmüştür. O'Donnell (2011, s.78)'e göre, öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik deneyimleri ve yapabilme becerileri artarsa, bu uygulamaları sınıflarına aktarabilecekleri ve süreci yürütebileceklerine olan inançları da olumlu yönde değişecektir. Buna bağlı olarak sorgulamaya dayalı öğrenmeyi uygulama konusundaki başarıları da artacaktır. Dolayısıyla sorgulamaya dayalı öğrenme süreci sonrasında öğretmen adaylarının özyeterliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamasa da oluşan farkındalıktan kaynaklı olarak uzun vadeli bir olumlu etkiden bahsedilebilir.

5.1.2. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Kavramsal Anlamaya Etkisine İlişkin Sonuçlar

Öğretmen adaylarına uygulanan kavramsal anlama testinden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının deneysel uygulamalar sonrasında kavramsal anlama düzeylerinde değişim olduğunu göstermektedir. Bu değişimler, öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların frekansları yoluyla nicel bakımdan takip edilirken, her bir cevabın içerikleri yoluyla da nitel olarak incelenmiştir.

Araştırmada yer alan katılımcıların kavramsal anlama durumları incelendiğinde, sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusundaki ifadelerinin uygulamalar sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin ve bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların sayısının arttığı, öğretmen adaylarının kavramlar arasındaki ilişkileri daha detaylı bir şekilde ifade edebildikleri ve bu ifadelerin kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırmada uygulanan sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının gelişmesini sağladığı söylenebilir. Nitekim benzer uygulama süreçleri içeren çalışmalarda da sorgulamaya dayalı öğrenmenin akademik başarıyı arttırdığı (Altunsoy, 2008); fen kavramlarının öğrenilmesinde etkili olduğu (Arslan, 2007; Bolden, 2012; Köksal, 2008); kavramsal değişim konusunda anlamlı katkılar sağladığı (Küçük, 2008; Wallace, Mai, Tsol, Calkin & Darley, 2003; Wong, Yam, & Lee, 2010) vurgulanmıştır.

Diğer yandan sontestlerde görülmeye devam eden bilimsel olarak kabul edilemez cevaplara bakıldığında ise Engelhart ve Beichner (2004) ve Karal, Alev ve Yiğit (2009)'ın çalışmalarının aksine pillerin bağlanma şekillerinin akım ve parlaklık üzerinde etkisi olacağına yönelik çıkarımlar yapıldığı ve pillerin bağlanmasına ilişkin cevapların daha doğru kavramlar ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Bununla birlikte, öğretmen adaylarında uygulamalar sonrasında da devam eden bazı bilimsel olarak kabul edilemez cevapların da yapılan benzer çalışmalarda da tespit edildiği görülmüştür. Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay (2008) ilköğretim 6,7 ve 8. sınıf düzeyinde direnç ve devreden geçen akım arasındaki ilişkinin anlamlandırılmasında sorunlar yaşandığını, Bilal ve Erol (2009) öğretmen adaylarında seri bağlı iki farklı dirençten geçen akımların da farklı olacağını ifade ettiklerini, Pardhan ve Bano (2001) lise fizik öğretmenlerinde, öğretmenlerin devredeki direncin artması ile devreden geçen akımın da artacağını ifade ettiklerini belirtmiştir. Liegeois ve Mullet (2002) ve Liegeois, Chasseigne, Papin ve Mullet (2003) ise öğrencilerin potansiyel farkı yalnızca akım ile ilişkilendirdiklerini ve dirençle bir bağlantı kurmadıklarını belirtmiştir. Öğrencilerin akım,

gerilim ve direnç kavramlarının aralarındaki ilişkileri anlamlandırmada çoğunlukla sorunlar yaşadıkları ve bu kavramlara ilişkin bilgilerinin değişiminin zor olduğu belirtilmektedir (Kock, Taconis, & Bolhuis, 2013).

Görüldüğü üzere, araştırmada sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusundaki kavramları daha detaylı tanımlamalarını ve kavramlar arasındaki ilişkileri anlamlandırabilmelerini sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevapların bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerinin arttığı görülmüştür. Kavramsal anlama, bireylerin belirli bir süre içerisinde kavramları detaylı bir şekilde görmelerini ve hem özellikleri hem de aralarındaki ilişkileri anlamlandırmalarını gerektirir. Dolayısıyla kavramsal anlamamanın en önemli destekçisi teorik derslerdir. Öğrenciler teorik derslerde tüm kavramlara yönelik detaylı bilgileri öğrenme fırsatı ve zamanı bulabilirler. Ancak uygulama, yani laboratuvar dersleri teorik derslerin devamı ve destekçisi niteliğindedir. Laboratuvar dersleri teorik derste öğrenilen kavramsal bilgilerin pekişmesini sağlar. Bu bakımdan uygulamanın yürütüldüğü dersin de bir laboratuvar dersi olduğu düşünüldüğünde öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarında teorik derste olduğu ölçüde bir değişiklik meydana getirememesi söz konusu olabilir. Sorgulamaya dayalı öğrenme ise özellikle uygulamaların daha bilimsel bir şekilde yapılmasını ve uygulama sürecinde öğrencilerin aktif olarak yer almasını sağlamaktadır. Bu bakımdan uygulamaların büyük oranda beceri kullanımını teşvik etmesi ve uygulama odaklı ilerlemesi söz konusu olabilmektedir. Laboratuvarda yapılan uygulamalar kavramları pekiştirmeye çalışırken bir yandan da öğretmen adaylarının becerilerini geliştirmeye odaklandığından kavramsal anlamada teorik ders kadar büyük bir ilerleme kaydedilemeyebilir. Buna rağmen uygulama sürecinin sonunda deney grubundaki öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının geliştiği ve ifadelerinin daha detaylı hale geldiği görülmüştür. Yani sorgulamaya dayalı deneyler bir uygulama dersinde öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının gelişmesini sağlamıştır.

5.1.3. Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar

Bilimsel süreç becerilerine ilişkin nicel ve nitel veriler birlikte incelendiğinde sorgulamaya dayalı deneylerin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin büyük bir bölümünün gelişmesini sağladığı görülmüştür. Bununla birlikte, kontrol grubuna kıyasla farklılık bulunamayan becerilerde ise yine olumlu değişimler olduğu, fakat ilgili beceri üzerinde doğrulayıcı deneylerin de aynı olumlu etkiyi gösterebildiği belirlenmiştir. Nicel verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte deney grubunun puanlarında

görülen artış nitel verilerin sunduğu sonuçlar tarafından desteklenmiştir. Elde edilen sonuçlar yürütülen benzer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Altunsoy, 2008; Chang & Mao, 1999; Çelik, 2012; Duban, 2008; Köksal, 2008; Kaya, 2009; Yakar & Baykara, 2014). Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin geleneksel doğrulayıcı yaklaşım ile karşılaştırıldığı birçok çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenmenin hem ortaokul düzeyinde (Bozkurt, 2012; Duran & Dökme, 2018; Ergül ve diğer., 2011; İnal, 2013; Koksall & Berberoglu, 2012; Longo, 2012; Ulu, 2011) hem de lisans düzeyinde (Basağa, Geban & Tekkaya, 1994; Karakuyu, Bilgin & Sürücü, 2013; Tatar, 2006; Usta Gezer, 2014) bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde doğrulayıcı yaklaşıma kıyasla daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakımdan araştırmadan elde edilen sonuçlar, literatür ile örtüşerek sorgulamaya dayalı öğretimin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Bir uygulama dersi olarak Fizik Laboratuvarı dersi, öğretmen adaylarının teorik derse ilişkin öğrenmelerini pekiştirirken aynı zamanda becerilerini kullanmalarını ve geliştirmelerini hedeflemektedir. Bu sebeple laboratuvar uygulamalarının etkileri ilk olarak becerilere yansıyabilmektedir. Deneylere yer verilen bir laboratuvar dersinde öğretmen adayları mutlaka belirli bilimsel süreç becerilerini işe koşmakta, haliyle bu becerilerini geliştirebilmektedirler. Ancak bilimsel süreç becerilerinin ne kadar geliştiğine bakıldığında laboratuvarda kullanılan yaklaşımın önemi ön plana çıkmaktadır. Sorgulamaya dayalı deneylerin yürütüldüğü laboratuvar uygulamalarında bireylerin her aşamada belirli becerileri kullanmaları ve kendi araştırma süreçlerini şekillendirmeleri teşvik edilmektedir. Dolayısıyla öğrenciler her aşamada becerilerini daha çok ve daha kompleks bir şekilde kullanabilmektedirler. Araştırmadan elde edilen sonuçlar da sorgulamaya dayalı öğrenmenin bu noktada geleneksel yaklaşımdan daha başarılı olduğunu ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin daha fazla gelişmesini sağladığını ortaya koymuştur.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında, öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar dersinde yer almalarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağladığı görülmüştür. Uygulama odaklı olması sebebiyle laboratuvar dersinin etkilerinin öncelikle beceriler üzerinde görülmesi olağan bir durumdur. Bununla birlikte, bilimsel süreç becerileri gelişen öğretmen adaylarının araştırma ve bilgiyi anlamlandırma süreçlerinin nitelikli hale gelmesi de kolaylaşabilir. Becerilerin gelişiminin sağladığı bu kolaylık ile bireylerin kavramları anlamlı öğrenmeleri, dolayısıyla kavramsal anlamalarının gelişmesi de mümkün olabilir. Deney

grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ile birlikte kavramsal anlamalarının da gelişim göstermesi bu düşüncüyü doğrular niteliktedir. Becerileri gelişen ve kavramsal anlamaları artan bir öğretmen adayının öğretim sürecini yürütebilme konusundaki özyeterliliğinin de artması olasıdır. Araştırmada bu düşüncüyü doğrular nitelikte bir özyeterlilik değişimi gözlemlenmese de uygulamaların dolaylı değişkenlere sırasıyla etki etmesinin zaman alabileceği düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Bu araştırmada, sorgulamaya dayalı Fizik deneylerinin öğretmen adayları üzerindeki etkileri sorgulamaya dayalı fen öğretimi özyeterliliği, kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri değişkenleri bakımından incelenmiştir. Araştırmanın tasarlanması, uygulamaların yürütülmesi ve araştırma sonuçlarının oluşturulması aşamasında edinilen deneyimler doğrultusunda yapılması planlanan benzer çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülen birtakım öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Öğretim programlarının hedeflediği bilimsel süreç becerilerine sahip öğrencileri yetiştirebilmeleri için öncelikle bu becerilere sahip öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Öğretmenlerin bu becerileri kazanabilecekleri yer ise lisans eğitimleri boyunca alacakları derslerdir. Bu sebeple lisans derslerinde öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerini geliştirecek sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarına daha fazla yer verilmelidir.
- Fen bilimleri dersinin en önemli parçası laboratuvarlardır. Laboratuvar uygulamaları ise fen bilimleri öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine en fazla katkı sağlayabilecekleri derslerdir. Bu sebeple fen bilimleri öğretmen yetiştirme programlarında laboratuvar dersleri teorik derslerin içerisinde bir bölüm olmamalı, aksine ayrı ve ders saati olarak daha zengin dersler haline getirilmelidir.
- Öğretim programlarının uygulayıcısı olan öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik boyutsal çalışmalar ile sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının dolaylı olarak etkileyebileceği değişkenlere ilişkin araştırmalar yapılmalıdır.
- Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde bireylerde meydana gelen önemli değişimlerin belirlenmesinde nicel veriler sınırlı kalabilmektedir. Bu sebeple özellikle uygulama süresi uzun olan araştırmalarda değişkenlere ilişkin olabildiğince çeşitli nitel veriler toplanmalı ve birden fazla araştırmacı tarafından derinlemesine analiz edilmelidir. Bu veriler sorgulamaya dayalı uygulamaların etkilerine ilişkin daha sağlıklı bulgular sunabilirler.

KAYNAKÇA

- Abell, S. K., & Vryan, L. S. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 8, 153-166.
- Acar Sesen, B., & Tarhan, L. (2013). Inquiry-based laboratory activities in electrochemistry: high school students' achievements and attitudes. *Research in Science Education*, 43, 413-435.
- Adak, F., & Bakır, S. (2017). Science teachers and pre-service science teachers' scientific epistemological beliefs and opinions on the nature of science. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46(1), 134-164.
- Akben, N. (2015). The effect of open inquiry-based laboratory activities on prospective teachers' misconceptions about matter. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(3), 164-178.
- Akpullukçu, S. (2011). *Fen ve teknoloji dersinde araştırmaya dayalı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarı, hatırd tutma düzeyi ve tutumlarına etkisi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Alkan Dilbaz, G. (2013). *Araştırma temelli öğrenmenin tutum, akademik başarı, problem çözme ve araştırma becerilerine etkisi*. Mersin: Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Altunsoy, S. (2008). *Ortaöğretim biyoloji öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arslan, A. (2007). *Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğretim yönteminin kavramsal öğrenmeye etkisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, S., Ertaş Kılıç, H., & Kılıç, D. (2016). *Bilimsel Süreç Becerileri* (1. b.). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aydoğdu, B. (2014). Bilimsel süreç becerileri. Ş. S. Anagün, & N. Duban (Dü) içinde, *Fen Bilimleri Öğretimi* (s. 87). Anı yayıncılık.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.
- Basağa, H., Geban, Ö., & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.

- Baser, M. (2006). Effects of conceptual change and traditional confirmatory simulations on pre-service teachers' understanding of direct current circuits. *Journal of Science Education and Technology*, 15(5), 367-381.
- Bayram, Z. (2015). Öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri tasarlarlarken karşılaştıkları zorlukların incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 15-29.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bilal, E., & Erol, M. (2008). Student understanding of capacitors in A Dc circuit. *Balkan Physics Letters*, 642-647.
- Bilal, E., & Erol, M. (2009). Investigating students' conceptions of some electricity concepts. *Latin American Journal of Physics Education*, 3(2), 193-201.
- Bıyıklı, C. (2013). *5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerileri, öğrenme düzeyi ve tutuma etkisi*. Ankara: Hacettepe üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: a quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Bolden, M. (2012). *Reforming high school science for low-performing students using inquiry methods and communities of practice*. Minnesota: Walden University.
- Bostan Sarioğlu, A., & Bayırlı, M. G. (2017). Sorgulamaya dayalı öğretimin Ay'ın evreleri konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 147-154.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bozkurt, O. (2012). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 187-200.
- Bozkurt, O., Ay, Y., & Fansa, M. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenmenin fen başarısı ve fene yönelik tutuma etkisi ile öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2).
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N., & Hallar, B. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International journal for the scholarship of teaching and learning*, 3(2), 1-22.

- Bryant, R. (2006). Assessment results following inquiry and traditional physics laboratory activities. *Journal of college science teaching*, 35(7), 56-61.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (17 b.). Ankara: Pegem.
- Chang, C., & Mao, S. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of educational research*, 92(6), 340-346.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science scope*, 23(6), 42-44.
- Colburn, A. (2008). Making inquiry successful. *The Science Teacher*, 75(9).
- Creswell, J. W. (2016). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. (S. B. Demir, Çev.) Ankara: Eğiten.
- Çelik, K. (2012). *Canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinin araştırmaya dayalı öğrenme yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International journal of science and mathematics education*, 4(2), 269-291.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, F. M. (1997). *Fizik Öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çolak, Ö. (2014). *Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı fen öğretimi yönteminin fen okuyazarlığı ve bazı alt-boyutları üzerine etkisi*. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications* (2 b.). California: Sage.
- DeVellis, R. F. (2014). *Ölçek geliştirme: kuram ve uygulamalar* (3 b.). (T. Totan, Çev.) Ankara: Nobel.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: bir eylem araştırması*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dupin, J., & Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: structure and evolution. *Journal of research in science teaching*, 24(9), 791-806.
- Duran, M. (2015). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun rehber materyal geliştirme süreci ve öğrenci görüşleri. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(3), 179-200.
- Duran, M., & Dökme, İ. (2018). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 8(3), 559-577.

- Durmaz, H., & Mutlu, S. (2017). The effect of an instructional intervention on elementary students' science process skills. *The journal of educational research*, 110(4), 433-445.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of The Learning Sciences*, 8(3 & 4), 391-450.
- Engelhart, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American journal of physics*, 72(1), 98-115.
- Ergül, R., Şimşekli, Y., Çalış, S., Özdilek, Z., Göçmençelesi, Ş., & Şanlı, M. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 5(1), 48-68.
- Erkuş, A. (2014). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme-I* (2 b.). Ankara: Pegem.
- Eryılmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001-1015.
- Foster, H. (2011). *Comparison of students achievement using didactic, inquiry-based, and the combination of two approaches of science instruction*. Walden University.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y., & Gutwill, J. (1999). Dynamic mental model in learning science: the importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Fredette, N., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *Physics Teacher*, 18(3), 194-198.
- Furio, C., & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82, 511-526.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gibson, S., & Dembo, M. (1984). Teacher efficacy: a construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76, 569-582.
- Gupta, T. (2012). *Guided-inquiry based laboratory instruction: investigation of critical thinking skills, problem solving skills, and implementing student roles in chemistry*. Iowa: Iowa State University.
- Gülhan, F., & Yurdatapan, M. (2014). 5E modeline uygun araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin çevre ile ilgili tutum ve davranışlarına etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(27), 237-258.
- Güngör, S. (2014). Eğitim ve eğitim yönetiminde paradigmalar. *Kafkas Üniversitesi Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 26-40.
- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. Massachusetts: Allyn & Bacon.

- Hayes, M. T. (2002). Elementary preservice teachers' struggles to define inquiry-based science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 147-165.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79(2), 171-212.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, M. R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Humphrey Jr, R. J. (2013). *Developing students' understanding of evolution in an inquiry-based versus a traditional science classroom*. Cornell University.
- İnal, P. (2013). *Araştırmaya dayalı öğrenmenin madde konusunda ilköğretim öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlamaları, tutumları, bilimsel süreç ve iletişim becerileri üzerine etkisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- İnaltekin, T., & Akçay, H. (2011). Araştırma tabanlı fen öğretimi ölçeği'nin Türkçe uyarlaması: geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 157-185.
- İnel, D. (2012). *Kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin problem çözme becerileri algılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve kavramsal anlama düzeylerine etkileri*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kan, S. (2013). *Fizik öğretiminde proje tabanlı ve probleme dayalı öğrenme uygulamalarının değerlendirilmesi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karakuyu, Y., Bilgin, İ., & Sürücü, A. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının üniversite öğrencilerinin genel fizik laboratuvarı I dersindeki başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(21), 237-250.
- Karal, I. S., Alev, N., & Yiğit, N. (2009). Öğretmen adaylarının elektrikte alan bilgisi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(4), 1450-1467.
- Karşı, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi*. Trabzon: Karadeniz teknik üniversitesi eğitim bilimleri enstitüsü.
- Kaya, B. (2009). *Araştırma temelli öğretim ve bilimsel tartışma yönteminin ilköğretim öğrencilerinin asitler ve bazlar konusunu öğrenmesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kayacan, K., & Selvi, M. (2017). Öz düzenleme faaliyetleri ile zenginleştirilmiş araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisinin kavramsal anlamaya ve akademik öz yeterliğe etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1771-1786.
- Kazempour, M., & Amirshokoohi, A. (2013). Exploring elementary pre-service teachers'experiences and learning outcomes in a revised inquiry-based science lesson: an action research. *Journal of Education and Learning*, 2(2), 144-154.

- Kazempour, M., Amirshokoohi, A., & Colak, H. (2009). Turkish preservice and in-service teachers' beliefs about inquiry. *The International Journal of Learning*, 16(7), 435-444.
- Kensinger, S. H. (2012). *Impact of instructional approaches to teaching elementary science on student achievement*. Widener University.
- Kırtak Ad, V. N. (2016). *Tam stüdyo modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile sosyal duygusal öğrenme, sorgulama ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: akışkanlar mekaniği örneği*. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kızılaslan, A., Sözbilir, M., & Yaşar, M. D. (2012). Inquiry based teaching in Turkey: a content analysis of research reports. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(4), 599-617.
- Kock, Z.-J., Taconis, R., & Bolhuis, S. (2013). Some key issues in creating inquiry-based instructional practices that aim at the understanding of simple electric circuits. *Research in Science Education*, 43, 579-597.
- Koç, S., & Memduhoğlu, H. B. (2017). Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları: Bir karma yöntem çalışma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(60), 119-134.
- Köksal, E. A., & Berberoglu, G. (2012). The effect of guided-inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 1-13.
- Köksal, E. A. (2008). *Öğretmen rehberliğindeki sorgulayıcı araştırma yöntemi ile bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Köseoğlu, F., & Bayır, E. (2012). Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı analitik kimya laboratuvarlarının kimya öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarına etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 603-625.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., & Soloway, E. (2000). Instructional, curricular and technological supports for inquiry in science classrooms. *Inquiry into inquiry: science learning and teaching* (s. 283-315). içinde Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
- Kula, Ş. G. (2009). *Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Küçük, S. (2008). *Bilgisayar destekli sorgulayıcı-araştırma (inquiry) yönteminin öğrencilerin kimyasal reaksiyonlar konusundaki kavramsal değişimlerine etkisi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.

- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2008). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits teaching on conceptual change in grade 9 Physics course. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 59-74.
- Laipply, R. S. (2004). *A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquiry-based biology laboratory*. Akron University.
- Lambert, J., & Ariza, E. N. (2008). Improving achievement for linguistically and culturally diverse learners through an inquiry-based earth systems curriculum. *Journal of Elementary Science Education*, 20(4), 61-79.
- Liegeois, L., & Mullet, E. (2002). High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 24(6), 551-564.
- Liegeois, L., Chasseigne, G., Papin, S., & Mullet, E. (2003). Improving high school students' understanding of potential difference in simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1129-1145.
- Longo, C. M. (2012). *Effects of an inquiry-based science program on critical thinking, science process skills, creativity and science fair achievement of middle school students*. Connecticut: Western Connecticut State University.
- Lundstrom, M., Jönsson, A., & Nilsson, K. (2014). Teachers' experiences from in-service education about inquiry based science education. *NFSUN*. Helsinki.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(1), 12-23.
- Mao, S. L., & Chang, C. Y. (1998). Impacts of an inquiry teaching method on earth science students' learning outcomes and attitudes at the secondary school level. *Proceeding National Science Council ROC (D) Inquiry Teaching and Students Learning*, 8(3), 93-101.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods: a constructivist approach*. USA: Delmar Publishers.
- Martin, R., Sexton, C., Wagner, K., & Gerlovich, J. (1997). *Teaching science for all children* (2 b.). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The science teacher*, 69(2), 34-37.
- Maxwell, D. O., Lambeth, D. T., & Cox, J. T. (2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(1).
- McDermott, D. (1993). D.B. Lenat and R. V. Guha, Building large knowledge-based systems: representation and inference in the Cyc Project. *Artificial Intelligence*, 61, 53-63.
- McDermott, L. C. (1996). *Physics By Inquiry*. New York: Wiley.
- MEB. (2004). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4-5. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.

- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- MEB. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.
- Miller, D. K. (2014). *The effect of inquiry-based, hands-on labs on achievement in middle school science*. Lynchburg: Liberty University.
- Morrell, P. D., & Carroll, J. B. (2003). An extended examination of preservice elementary teachers' science teaching self-efficacy. *School Science and Mathematics*, 103(5), 246-251.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Nuhoğlu, H., & Yalçın, N. (2006). Fizik laboratuvarına yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 317-327.
- O'Donnell, P. L. (2011). *The implementation of science inquiry: a mixed methods study of pre-service traditional teachers, non-traditional teachers and their pre-conceived epistemological beliefs*. Pennsylvania: Lehigh University.
- Oguz-Unver, A., & Yurumezoglu, K. (2014). Primary science students' approaches to inquiry-based learning. *International Online Journal of Primary Education*, 3(2), 76-84.
- Ostlund, K. L. (1992). *Science process skills: assesing hands-on student performance*. New York: Addison-Wesley.
- Özdilek, Z., & Bulunuz, N. (2009). The effect of a guided inquiry method on pre-service teachers' science teaching self-efficacy beliefs. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 24-42.
- Padilla, M. J. (1990). *Science process skills*. National Association of Research in Science Teaching Publication: Reseach Matters-to the Science Teacher.
- Pallant, J. (2010). *SPSS Survival Manual: A step by step guideto data analysis using SPSS program (4 b.)*. New York: Open University Press.
- Pardhan, H., & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318.
- Peşman, H., Arı, Ü., & Baykara, O. (2017). Sorgulamaya dayalı basit araç gereçlerle yapılan fizik etkinliklerinin fen öğretmenlerinin görüşlerine etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(3), 1153-1165.
- Planinic, M. (2006). Assessment of difficulties of some concptual areas from electricity and magnetism using the conceptual survey of electricity and magnesitm. *American Journal of Physics*, 74, 1143-1148.
- Polman, J. L., & Pea, R. D. (2001). Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85, 223-238.

- Riggs, I., & Enochs, L. (1990). Toward the development of an elementary teachers' science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, 74, 625-637.
- Roth, W.-M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of research in science teaching*, 127-152.
- Saarelainen, M., Laaksonen, A., & Hirvonen, P. E. (2007). Students' initial knowledge of electric and magnetic fields-more profound explanations and reasoning models for undesired conceptions. *European Journal of Physics*, 28, 51-60.
- Sarı, U., & Güven, G. B. (2013). Etkileşimli tahta destekli sorgulamaya dayalı fizik öğretiminin başarı ve motivasyona etkisi ve öğretmen adaylarının öğretime yönelik görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 110-143.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. J. J. Schwab, & P. F. Brandwein (Dü) içinde, *The teaching of science* (s. 1-103). New York: Simon and Schuster.
- Sencar, S., & Eryılmaz, A. (2002). Cinsiyetin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının farklı alt kategorilerine etkisi. V. *Ulusal Fen Bilimleri Kongresi*, (s. 128).
- Sencar, S., & Eryılmaz, A. (2002). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusunda ilişkin kavram yanlışları. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri* (s. 577-582). Ankara: ODTÜ.
- Shymansky, J. A. (1992). Using constructivist ideas to teach science teachers about constructivist ideas or teachers are students too. *Journal of Science Teacher Education*, 3(2), 53-57.
- Smolleck, L. D. (2004). *The development and validation of an instrument to measure preservice teachers' self-efficacy in regard to the teaching of science as inquiry*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- Smolleck, L. D., Zembal-Saul, C., & Yoder, E. P. (2006). The development and validation of an instrument to measure preservice teachers' self-efficacy in regard to the teaching of science as inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 137-163.
- Sönmez, G., Geban, Ö., & Ertepinar, H. (2001). Altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişimin etkisi. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, (s. 35-38). Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Suarez, M. L. (2011). *The relationship between inquiry-based science instruction and student achievement*. The University of Southern Mississippi.
- Şahin, F., & Usta Gezer, S. (2014). Yansıtıcı sorgulamaya dayalı etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarı endişeleri ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 25-50.
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2014). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme* (2 b.). Ankara: Nobel.

- Şen, H. C. (2010). *An aptitude treatment interaction study: the effect of inquiry-based instruction and lecture instruction on high school students' physics achievement*. Ankara: Middle East Technical University.
- Şen, Ş., Yılmaz, A., & Erdoğan, Ü. I. (2016). Sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *İlköğretim Online*, 15(2), 443-468.
- Şensoy, Ö., & Aydoğdu, M. (2008). Araştırma soruşturma tabanlı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeyine etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 69-93.
- Taşkoyan, S. N. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde sorgulayıcı öğrenme stratejilerinin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri, akademik başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Trna, J., Trnova, E., & Sibor, J. (2012). Implementation of inquiry-based science education in science teacher training. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(4), 199-209.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., Christopher, J. E., & Sackes, M. (2010). The effect of guided inquiry-based instruction on middle school students' understanding of lunar concepts. *Research in Science Education*, 40, 451-478.
- Usta Gezer, S. (2014). *Yansıtıcı sorgulamaya dayalı genel biyoloji laboratuvarı etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar kullanımı özyeterlik algıları, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Valadines, N. (2000). Primary students teachers' understanding of th process and effects of distillation. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1(3), 355-364.
- Wallace, S., Mai, C., Tsol, Y., Calkin, J., & Darley, M. (2003). LEarning from inquiry-based laboratories in nonmajor biology: an interpretive study of the relationship among inquiry experience, epistemologies and conceptual growth. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 986-1024.
- Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38, 321-341.
- Wong, D., Yam, L. C., & Lee, P. (2010). *A large-scale study on the effect of "physics by inquiry" pedagogy on secondary 1 students' attitude and aptitude in science*. Singapore: National Institute of Education, Nanyang Technological University.
- Wu, H. K., & Krajcik, J. S. (2006). Exploring middle school students' use of inscriptions in project-based science classrooms. *Science Education*, 90, 852-873.

- Wu, H. K., & Wu, C. L. (2011). Exploring the development of fifth graders' practical epistemologies and explanation skills in inquiry-based learning classrooms. *Research in Science Education*, 41, 319-340.
- Wu, P.-L., Wu, L.-C., Shih, W.-L., & Wu, M.-L. (2014). A comparison study on the influence of implementing inquiry-based instruction on science learning motivation and interest. *Asian Journal of Management Sciences & Education*, 3(3), 74-82.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yakar, Z., & Baykara, H. (2014). Inquiry-based laboratory practices in a science teacher training program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173-183.
- Yaşar, A. (2016). *Akran öğretim yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin elektrik ve manyetizma konularındaki kavramsal anlama ve tutumlarına etkisi*. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yazgan, B. S. (2013). *Araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin araştırma-sorgulama becerilerine ve çevreye karşı tutumlarına etkisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi eğitim bilimleri enstitüsü .
- Yıldırım, A. (2012). *Effect of guided inquiry experiments on the acquisition of science process skills, achievement and differentiation of conceptual structure*. Ankara: Middle East Technical University.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.
- Yıldırım, M., Çalık, M., & Özmen, H. (2016). A meta-synthesis of Turkish studies in science process skills. *International journal of environmental & science education*, 11(14), 6518-6539.
- Yüce, K., Eryaman, M., Şahin, A., & Koçer, Ö. (2014). Sosyal bilimlerde paradigma dönüşümü ve Türkiye'de uygulamalı dilbilimi alanında nitel çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 1-12.
- Zhang, L. (2016). Is inquiry-based science teaching worth the effort? Some thoughts worth considering. *Science & Education*, 25, 897-915.



EK 1

Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği

Ad-Soyad:

Numara:

Değerli öğretmen adayı,

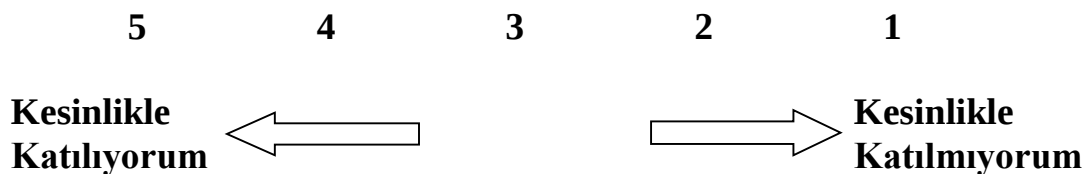
Bu test sizin sorgulamaya dayalı fen öğretimi konusundaki özyeterlik inancınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Testte 63 madde yer almaktadır. Soruların ideal bir cevabı olmayıp, tamamen sizin düşüncelerinizi yansıtmayı amaçıyla oluşturulmuştur. Aşağıda yer alan ifadeler ne ölçüde katıldığınızı veya katılmadığınızı ifadelerin karşısında yer alan numaraları işaretleyerek belirtiniz. İşaretlemeler ile ilgili bir örnek aşağıda yer almaktadır. Ölçekte yer alan maddeleri samimiyetle ve eksiksiz doldurmanız, testin geçerliği açısından oldukça önemlidir. Lütfen hiçbir soruyu boş bırakmadan yanıtlayınız. Araştırmaya sağlayacağınız değerli katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Verilerden yola çıkarak açıklamalar üretebilmeleri için öğrencilere çeşitli önerilerde bulunurum.	5	4	3	2	1

Arş. Gör. Bekir GÜLER

Bu örnekte öğretmen adayı ilgili madde için **4'ü (Katılıyorum)** işaretlemiş olsaydı kendisinin öğretmen olduğunda fen öğretirken verilerden yola çıkarak açıklamalar üretebilmeleri için öğrencilerine çeşitli önerilerde **bulunacak yeterliğe sahip olduğuna ve önerilerde bulunacağına** dair inancının güçlü olduğunu ifade etmiş olurdu.

Yine aynı örnekte öğretmen adayı ilgili madde için **1'i (Kesinlikle Katılmıyorum)** işaretlemiş olsaydı kendisinin öğretmen olduğunda fen öğretirken verilerden yola çıkarak açıklamalar üretebilmeleri için öğrencilerine çeşitli önerilerde **bulunacak yeterliğe sahip olduğuna ve önerilerde bulunacağına** dair hiçbir inancının olmadığını ifade etmiş olurdu.



Fen öğretirken...	Kesinlikle Katılıyorum			Kesinlikle Katılmıyorum	
	5	4	3	2	1
1. Verilerden yola çıkarak açıklamalar üretebilmeleri için öğrencilere çeşitli önerilerde bulunurum.	5	4	3	2	1
2. Öğrencilere aynı gözlemler için alternatif açıklamalar oluşturma fırsatı veririm.	5	4	3	2	1
3. Öğrencilerimi kaynakları bağımsız olarak irdeleyip kendi açıklamalarını bilimsel bilgi ile ilişkilendirmeleri için teşvik ederim.	5	4	3	2	1
4. Sorabilecekleri bilimsel sorulardan yola çıkarak öğrencilere anlamlı ortak deneyimler sağlayabilecek gerekli beceriye sahibim.	5	4	3	2	1
5. Öğrencilerin bilimsel kanıtları elde edebilecekleri en iyi yöntemi belirleme konusunda gerekli beceriye sahibim.	5	4	3	2	1
6. Öğrencilerin yeni bilgi kazanımlarını sınıf veya grup tartışmalarında savunmalarını isterim.	5	4	3	2	1
7. Bilimsel olayları araştırırken öğrencilerim onlara vereceğim sorulardan seçme şansına sahip olurlar.	5	4	3	2	1
8. Gözlem ve ölçümlerden kanıt elde edebilmeleri için öğrencilere fırsat veririm.	5	4	3	2	1
9. Öğrencilerimden, kendi araştırma sonuçlarını açıklamalarını, paylaşmalarını beklerim.	5	4	3	2	1
10. Öğrencilerimin bilimsel açıklamaların geçerliliğini değerlendirirken önemli kararlar verebilen bireyler olmaları için fırsat veririm.	5	4	3	2	1
11. Öğrencilere anlamlı bilimsel sorular sormaları için rehber olurum.	5	4	3	2	1
12. Araştırma ve bulgularını, açıklamalarını destekleyen kanıtlara ve nasıl veri toplandığına yer vererek arkadaşlarına sunmaları için öğrencilerime fırsat veririm.	5	4	3	2	1
13. Öğrencilerin belirli bir kanıtı elde etmelerini sağlayacak araştırmalar oluştururum.	5	4	3	2	1
14. Açıklamalar arasındaki muhtemel bağlantıları öğrencilerle tartışırım.	5	4	3	2	1
15. Diğer öğrencilerin vardıkları sonuçları değerlendirmeleri ve bu sonuçlar hakkında soru sormaları için öğrencileri teşvik ederim.	5	4	3	2	1
16. Öğrencileri cevaplamaya çalıştıkları sorulara bağlı olarak uygun araştırmalar yapmaya yönlendiririm.	5	4	3	2	1
17. Öğrencilerin, araştırma yapmak için ihtiyaç duydukları bilimsel soruların çoğunu ben sorarım.	5	4	3	2	1
18. Öğrencilere kendi araştırma sorularını oluşturma şansı veririm.	5	4	3	2	1
19. Rehberliğim sonucunda öğrenciler açıklamalar yapabilmek için verileri kullanırlar.	5	4	3	2	1
20. Fen konularını daha iyi anlamaları için öğrencileri bilimsel kabul görmüş fikirlere yönlendiririm.	5	4	3	2	1

21. Öğrencilerin bilimsel bilgiler ile kendi açıklamaları arasındaki muhtemel bağlantıları kurmalarını sağlarım.	5	4	3	2	1
22. Öğrencilerimden, önerilen açıklamalarla bilimsel bilgiler arasındaki ilişkileri kavramalarını beklerim.	5	4	3	2	1
23. Öğrencilerimden bilimsel sorular sormalarını beklerim.	5	4	3	2	1
24. Deney ve gözleme dayalı kanıtlarla tutarlı açıklamalar yapabilmeleri için öğrencilerime rehberlik ederim.	5	4	3	2	1
25. Öğrencilerim oluşturduğum soruların cevaplarını araştırır.	5	4	3	2	1
26. Yardımım sonucunda öğrenciler kanıtları kullanarak bilimsel açıklamalar oluştururlar.	5	4	3	2	1
27. Öğrencilerim ders materyallerinden (mesela ders kitabı gibi) bilimsel kanıtlara ulaşır.	5	4	3	2	1
28. Öğrencilerimi kendi sorularını cevaplarken ihtiyaç duyacakları verileri elde etmeleri için teşvik ederim.	5	4	3	2	1
29. Kanıtlardan yola çıkarak açıklamalar üretmeye yarayacak yaklaşımları sunarım.	5	4	3	2	1
30. Açıklamaların anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi için öğrencilere rehberlik ederim.	5	4	3	2	1
31. Öğrencilere açıklamalarını paylaşarak bu açıklamaları ve araştırma yöntemlerini eleştirmelerini sağlayacak fırsatlar veririm.	5	4	3	2	1
32. Öğrencilerimden, bilimsel iddialarını gözleme dayalı kanıtlar üzerine kurmalarını isterim.	5	4	3	2	1
33. Öğrencilerimin, verilen kanıtlardan yola çıkarak üretilebilecek diğer mantıklı açıklamalar üzerinde düşünmelerini beklerim.	5	4	3	2	1
34. Öğrencilerin açık uçlu, uzun süreli araştırmalarla kanıt toplama fırsatı bulabilecekleri ortamı oluşturmalarına yardımcı olurum.	5	4	3	2	1
35. Öğrencilerin araştırmalarında dikkatlerini araştırılabilir sorulara odaklayabilmelerini sağlamak için örnekler sunarım.	5	4	3	2	1
36. Öğrencilerimden, kanıtlardan yola çıkarak açıklamalar oluşturmalarını isterim.	5	4	3	2	1
37. Öğrencilere veri sağlamak ve onların veri analizi yapmalarına yardımcı olabilmek için öğretim aracı olarak çalışma yapraklarını kullanırım.	5	4	3	2	1
38. Öğrencilerim açıklamalarını onlara sağlanan bilimsel bilgiyle olası bağlantılarını kullanarak kendilerince daha anlamlı hale getirirler.	5	4	3	2	1
39. İşleyişin veya bu işleyişteki belirli adımların örneğini sunarak öğrencilerime bilimsel sonuçların sınıfla nasıl paylaşılabileceğini gösteririm.	5	4	3	2	1
40. Öğrencilerime açıklamalarıyla bilimsel bilgi arasında kurulabilecek olası bağlantılar hakkında fikir vererek açıklamalarıyla bilimsel bilgiyi ilişkilendirmelerini sağlarım.	5	4	3	2	1
41. Öğrencilerim onlara verdiğim sorular üzerinde çalışır.	5	4	3	2	1
42. Öğrencilerim ders kitabı gibi birçok farklı kaynaktan sağlanmış sorular üzerinde çalışırlar.	5	4	3	2	1

43. Öğrencilerim kendilerine sunulan verileri öğretmenin anlatımına göre analiz eder.	5	4	3	2	1
44. Öğrencilerimden Feni daha iyi öğrenmeleri için verilmiş sorulara açıklık getirmelerini beklerim.	5	4	3	2	1
45. Öğrencilerime araştırmalarını destekleyecek veriler sağlarım.	5	4	3	2	1
46. Öğrencilerim verdiğim kapsamlı yönergeyi kullanarak açıklamalarını sınıfla paylaşır ve savunur.	5	4	3	2	1
47. Öğrencilerim öğretmen tarafından sağlanan verileri belirli bir yönetime göre analiz eder.	5	4	3	2	1
48. Öğrencilerim açıklamalarını onlara verilen kanıtları kullanarak oluşturur.	5	4	3	2	1
49. Derste anlattıklarım ve ders kitabıyla öğrencilere açıklama oluşturabilmeleri için gereken bütün kanıtları sağlarım.	5	4	3	2	1
50. Öğrencilerim onlara sunduğum yönetime göre kanıtlardan yola çıkarak açıklamalarını oluşturur.	5	4	3	2	1
51. Öğrencilerimden, açıklamalarını savunurken önceden belirlemiş yöntemleri takip etmelerini beklerim.	5	4	3	2	1
52. Öğrencilerim bilimsel soru veya soruların cevaplanmasında en çok hangi kanıtın yararlı olacağına karar verir.	5	4	3	2	1
53. Öğrencilerim belirli bir soruyu cevaplayabilmek için kendi araştırmalarını tasarlar ve gerekli kanıtları toplar.	5	4	3	2	1
54. Öğrencilerimden, açıklamaları paylaşmak ve değerlendirmek için gereken ölçütleri öğretmenle işbirliği yaparak oluşturmalarını beklerim.	5	4	3	2	1
55. Öğrencilerim onlara verilmiş kapsamlı yönergeyi kullanırken açıklamaları da paylaşır ve değerlendirir.	5	4	3	2	1
56. Öğrencilerimden, araştırmalarını geliştirmeleri için internet tabanlı kaynak ve materyalleri kullanmalarını beklerim.	5	4	3	2	1
57. Öğrencilerime açıklamaların paylaşılması ve değerlendirilmesinde uyulması gereken kural ve ilkelerin örneğini sunarım.	5	4	3	2	1
58. Öğrencilerimi açıklamalarının bilimsel kabul görmüş fikirlerle tutarlı olup olmadığını kendi kendilerine nasıl değerlendirebilecekleri konusunda bilgilendiririm.	5	4	3	2	1
59. Sonuçların ve açıklamaların paylaşılmasında uyulması gereken kural ve ilkeleri öğrencilerimle birlikte oluştururum.	5	4	3	2	1
60. Öğrencilerimin, verilen soruları kendilerince daha anlamlı hale getirebilmelerini beklerim.	5	4	3	2	1
61. Öğrencilerime gerekli açıklamaları yaparım.	5	4	3	2	1
62. Öğrencilerimden, açıklamalarını kendilerine sunulan işleyiş ve bu işleyişteki adımlara göre değerlendirmelerini beklerim.	5	4	3	2	1
63. Öğrencilerim öğretmen tarafından sunulan açıklamaları kavrarlar.	5	4	3	2	1

Katkılarınız için teşekkürler...

EK 2

Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi

Soru 1:

Evlerde kullandığınız elektrikli ısıtıcı ocakları düşününüz. Bu ocağın ısıtıcı göz sayısını değiştirmeden, ortamı daha fazla ısıtmasını sağlamak istiyorsunuz. Isıtıcı tel üzerinde ne gibi bir değişiklik yaparsınız? Bu değişikliği gerekçesiyle birlikte açıklayınız.

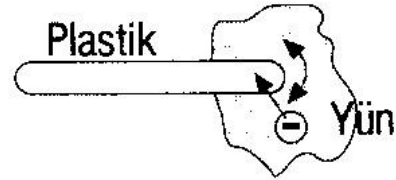


Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektrikli ısıtıcıda yer alan ısıtıcı telin bulunduğu ortamı ısıtması, tel üzerinden elektrik akımı geçmesi sırasında telin akıma karşı gösterdiği dirençten dolayı ısınması sonucu meydana gelir. Bu telin ortamı daha fazla ısıtabilmesi için kendisinin de daha fazla ısınması gerekmektedir. Dolayısıyla bu soruda öğrencilerden ısıtıcı telin elektrik akımına gösterdiği direnci arttırmaya yönelik değişikliklerden (telin uzunluğunu arttırma, kalınlığını ya da kesit alanını azaltma, öz direncini arttırma...) bir veya birkaçını ifade etmeleri beklenmektedir. Gerekçe olarak ise bu değişikliklerin ısıtıcı telin direncini arttıran değişiklikler olduğunu ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 2:

Statik elektrik deneyinde genellikle bir plastik veya ebonit çubuğun yün kumaşa sürtülmesi ve masanın üzerinde yer alan kâğıt parçalarını çekmesi sağlanır. Ancak bir süre sonra kâğıt parçaları tekrar masaya düşer. Ebonit çubuğun uyguladığı elektrostatik çekim kuvveti başlangıçta kâğıda uygulanan yer çekimi kuvvetine karşı koyabiliyorken, sonrasında yer çekimi kuvvetine karşı neden etkisini yitirmiş olabilir? Açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

İki cismin birbirine sürtülmesi durumunda cisimlerin (+) ve (-) yükler ile yüklenmesi olayı yani statik elektriklenme olayı gerçekleşir. Cisimlerden hangisi elektron kaybetmeye daha yatkınsa bu cisim elektron vererek (+), diğer cisim ise verilen elektronu alarak (-) ile yüklenir. Plastik veya ebonit çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde ise plastik çubuk (-), yün kumaş (+) yüklenir. (-) yükle yüklenen plastik çubuk kâğıt parçalarına yaklaştırıldığında plastik çubuktaki (-) yüklerin nötr kâğıt parçalarındaki (-) yükleri kendine uzak olan uçlara itmesi sonucunda yakın olan uçtaki (+) yüklerden kaynaklı olarak kâğıt parçaları çubuğa doğru yönelerek hareket ederler. Bu hareket sonucunda kâğıt parçaları plastik çubuğa yapışırlar. Temas anından itibaren plastik çubuk ve kâğıt parçalarındaki toplam yük dengeli bir şekilde hem plastik çubuğa hem de kâğıtlara yeniden dağılır. Bu olay sonunda kâğıt ve plastik çubuğun yükleri aynı cins olurlar

(ya nötr ya da eksi yüklü). Aynı cins yükle yüklü cisimler birbirlerine zıt yönde bir kuvvet uygulayacağı için plastik çubuk ve kâğıt arasındaki çekim kuvveti ortadan kalkar ve kâğıtlar yere düşer. Öğrencilerden bu soruda plastik çubuk ve kâğıt arasındaki söz konusu yük geçişinden, bu yük geçişi sonrasında yüklerin dengelenmesi ile cisimlerin aynı yüke sahip olduğundan ve bu sebeple çekim kuvvetinin ortadan kalkmasından bahsetmeleri beklenmektedir.

Soru 3:

Marketlerdeki alışveriş arabasını kullanan birisine yaklaştığınızda elektrik çarpması olarak nitelendirdiğimiz anlık kıvılcım atlaması ile karşılaşabilirsiniz. Sıcak ve nemli bir havada bu arabayı sürerek marketin dışına çıkarken bu olayın tekrarlanma sıklığında bir değişim olur mu? Nedenini açıklayarak yazınız.

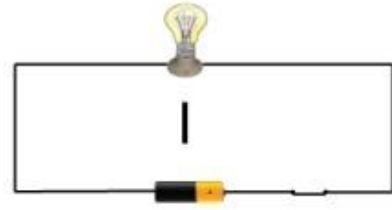


Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Marketlerdeki alışveriş arabaları hareket ettikleri süre boyunca zemin ile olan sürtünmelerinden kaynaklı olarak statik elektrik ile yüklenirler. Bu statik yüklenme araba hareket ettikçe devam eder. Ancak cisimler her zaman nötr hale gelerek dengelenme isteğinde olurlar. Bu sebeple market arabasında biriken yükler geçiş yapabilecekleri farklı potansiyelde bir cisimle temas ettiklerinde yükler bir nesneden diğerine doğru akarlar. Buna yük boşalması (deşarj) denir. Eğer oluşan potansiyel fark çok fazla ise cisimlerin birbirlerine temas etmelerine gerek kalmadan aradaki ortam (örn: hava) delinerek yük boşalması gerçekleşebilir. Yükün bir nesneden diğerine akmasını kolaylaştıracak olan her ortam, iki nesnenin doğrudan temasına gerek kalmadan yük aktarımını gerçekleştirebilen bir iletken görevi görür. Bu doğrultuda, öğrencilerin soruya bu durumu göz önünde bulundurarak cevap vermeleri beklenmektedir. Market içerisinde yer alan oda sıcaklığındaki ve sabit nemdeki hava havalandırma sistemleri ile sabit tutulmaktadır. Bu ortamda bir süre ilerleyen market arabası tekerleklerdeki sürtünmelerden kaynaklı olarak elektrik yükü ile yüklenmektedir. Aynı ortamda arabaya dokunan insanlara doğru bir yük akışı gerçekleştirerek halk arasında elektrik çarpması olarak nitelendirilen olayın gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Market ortamında ilerleyen bu araba içeride sürerken belirli bir elektrik yükü ile yüklendikten sonra dışarıdaki sıcak ve nemli havaya çıkarıldığında, market arabasındaki yükler geçiş için bir cisim arayışında olmaya devam etmektedir. Havanın nemli olması, arabanın sahip olduğu yüklerin havadaki su moleküllerine geçmesine ve üzerindeki statik yükün azalmasına sebep olacaktır. Ayrıca yine nemli havadan kaynaklı olarak dışarıdaki ortamda yeni bir statik elektriklenme oluşması da zorlaşacaktır. Bu sebeple arabaya dokunulduğunda yük boşalması olayının gerçekleşme olasılığı da dışarıda daha az olacaktır. Bu doğrultuda öğrencilerin havanın sıcak olmasının arabanın metal kısmının direncini arttıracığından, nemli havanın statik elektriklenmeyi azaltacağından ve hepsinin bir sonucu olarak yük boşalması olayının gerçekleşme olasılığının azalacağından bahsetmeleri gerekmektedir.

Soru 4:

1 pil, 1 ampul ve bağlantı kabloları ile oluşturulmuş şekildeki gibi bir elektrik devresi düşünün. Bu elektrik devresine ilk ampul ile özdeş ikinci bir ampulü seri olarak eklediğinizde devrenin toplam akım ve gerilim değerlerinde bir değişiklik meydana gelir mi? Bu değerlerdeki son durumu nedenleriyle birlikte açıklayınız.

**Soruya ilişkin bilimsel açıklama:**

Ohm Kanunu ($V=I.R$) gereği, bir elektrik devresindeki potansiyel fark devreden geçen akım ile devrenin toplam direncine bağlı olup, bu değerlerin çarpımına eşittir. Devreye bağlı olan güç kaynağının potansiyel farkı değişmediği sürece, devreden geçen akım devrenin toplam direnci ile ters orantılı olarak değişir. Şekildeki devrede yer alan ampul de sahip olduğu iç direncinden kaynaklı olarak devrede bir direnç görevi görür. Devreye seri olarak bağlanan ikinci ampul de ek bir direnç olarak devreye eklenecektir. Seri bağlı olan iki direnç devrede $R=R_1+R_2$ eşitliğine göre toplam direnci oluşturur. Bu durumda eklenecek olan ikinci direncin devrenin toplam direncini arttırması beklenir. Soruda öğrencilerden bu açıklama doğrultusunda devrenin toplam direncinden kaynaklı olarak devrenin toplam akımının azalacağını, güç kaynağının değişmemesinden dolayı da devrenin gerilim değerinin değişmeyeceğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 5:

Basit bir elektrik devresine herhangi bir güç kaynağı bağlamadan akım geçmesini nasıl sağlayabilirsiniz? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Üzerinden akım geçen bir iletken telin etrafında bir manyetik alan oluştuğu bilinmektedir. Bu işlemin tersi de mümkündür. Bir iletken telin içerisinde yer alan elektronlar, üreteç kullanmaksızın bir mıknatısın manyetik alanı sayesinde hareket ettirilebilir. Bu hareket sonucunda oluşan akıma indüksiyon akımı denir. İndüksiyon akımında kapalı devre halinde bulunan bir iletken telin etrafında hareket ettirilen mıknatıs, tel üzerindeki manyetik alanın ve manyetik alan kuvvet çizgilerinin sürekli değişmesini sağlar. Bu değişim elektronların harekete geçmesini sağlar ve telde bir akım meydana gelir. Kapalı devre olarak bir borunun etrafında sarılan iletken bir ampermetre bağlandığında, bobin içerisindeki mıknatıs hareket ettirildiğinde ampermetrede bir değer okunabildiği gözlemlenebilir. Öğrencilerin bu soruda indüksiyon akımı üzerinden akıl yürüterek herhangi bir üreticinin yer almadığı bir elektrik devresinden manyetik etki sayesinde akım geçirebileceklerini ifade etmeleri beklenmektedir. Bu noktada indüksiyon akımını doğrudan ifade etmeleri veya mıknatısın manyetik alanı sayesinde bir akım oluşabileceğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 6:

Sıcak bir yaz gününde kaldırımda yer alan elektrik panosunda bir kaçak meydana geliyor. Hemen yakınındaki parktan dönen Elif, Ali ve Mert geçerken panoya anlık olarak dokunuyorlar. Ancak panonun aynı bölgesine dokunmalarına rağmen Ali'yi elektrik çarptırıyor ve yaralanıyor. Çocukların hepsinin çıplak elle panoya dokundukları ve aynı bölgeye dokundukları biliniyor. Diğerlerini çarpmamasına rağmen Ali'yi neden elektrik çarpmıştır? Nedenleriyle birlikte açıklayınız.

**Soruya ilişkin bilimsel açıklama:**

Elektrik akımı, kapalı bir devre içerisinde çalışırken iyi yalıtıldığı müddetçe bir zarar vermez. Nitekim elektrik akımının ev ya da işyerlerine dağıtıldığı son aşama olan küçük ölçekli elektrik panoları bu yalıtımın iyi sağlanabileceği şekilde tasarlanmaktadır. Kullanılan malzemeler kapalı bir kutu içerisinde monte edilmekte ve bu panonun kapağı kilitli şekilde olmaktadır. Ancak pano içerisinden geçen elektrik kablolarının takıldıkları bağlantı noktalarından çıkması, belirli bir bölgesinin açıkta kalması ya da pano üzerinde oluşabilecek bir statik yük birikmesi panonun dış yüzeyinde bir tehlike oluşturabilir. Elektrik panosunda bir kaçak olması durumunda ise elektrik akımı olası bir iletken ortam bulduğunda o ortama doğru ilerleme gösterir. Bu ortam topraklama görevi gören bir iletken, sıvı ya da bir canlı olabilir. Soruda panoya kısa süreli olarak temas eden söz konusu çocuklardan birisinin elektrikten etkilenmiş olması, o çocuğun diğerlerine göre daha iletken bir özellik taşımış olması ile açıklanabilir. Elektrik akımı o çocuğun vücuduna akabileceği iletkenlikte bir ortam bulmuştur. Bu doğrultuda bu soruda öğrencilerden Ali'nin panoya dokunduğu anda elektriğin vücuduna geçmesine sebep olabilecek daha iletken bir ortam sunduğunu gösterebilecek bazı özelliklerden (elindeki cisim, elinin ıslak/kuru olması, Ali'nin dokunma şeklinin farklılığı gibi) bahsetmeleri beklenmektedir.

Soru 7:

2 pil ve bir ampulden oluşan iki ayrı elektrik devresi kuruluyor. Aynı anda çalıştırılan bu devrelerden birincisindeki piller ikinciden daha erken bitiyor. Devre elemanları ve kablolar özdeş ve sorunsuz olmasına rağmen ikinci devrenin daha uzun süre çalışabilmesini nasıl açıklarsınız?

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Özdeş devre elemanları ile kurulan iki ayrı elektrik devresinde kurulumun tamamen aynı olması durumunda devrenin direnç, akım ve gerilim değerleri aynı olacaktır. Böyle bir durumda devrelerin gösterecekleri davranışlar ve çalışma süreleri de aynı olacaktır. Ancak devre elemanlarının devreye bağlanma şekilleri değişirse, Ohm Kanunu gereği devrenin direnç, gerilim ve akım değerlerinin bağlanma şekline göre yeniden hesaplanması gerekmektedir. Devredeki elemanlardan yalnızca pillerin sayısının 2 diğerlerinin 1 olduğu görülmektedir. Bu sebeple devreler arasındaki tek farkın bu pillerin bağlanma şekilleri olması beklenmektedir. Pillerin farklı bağlanması durumunda devrenin toplam gerilimi ve dolayısıyla da toplam akımı farklı olacaktır. Devreye verilen akım miktarı değiştiğinden devreden akım geçme süresi de değişecektir. Devrede iki pilin paralel bağlanması durumunda devreden V

gerilimi ve I akımı geçiyorken, seri bağlanması durumunda 2V gerilimi ve $2I$ akımı geçecektir. Bu durumda paralel devrede $2t$ süre boyunca akım geçiyorken, seri devrede t süre boyunca akım geçmesi beklenir. Bu doğrultuda soruda öğrencilerin ilk devrede pillerin seri bağlı, ikinci devrede ise paralel bağlı olduğunu belirtmeleri, bu farklılıktan kaynaklı olarak ilk devrede kısa sürede pillerin bittiğini belirtmeleri beklenmektedir.

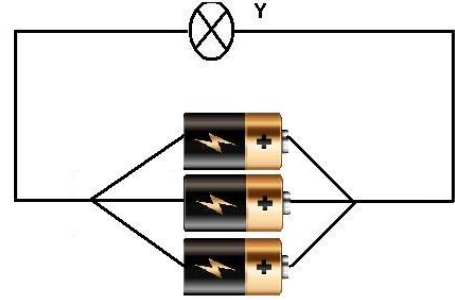
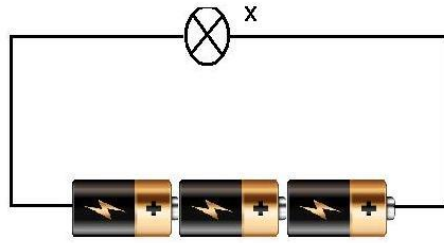
Soru 8:

Evlerde klima montajları sırasında, klimaya elektrik sağlamak için evde kullandığımız diğer kablolardan daha kalın bir kablo kullanılır. Bu kablonun daha kalın olmasının sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Klimalar, evlerimizde kullandığımız küçük elektrikli aletlerin birçoğuna göre daha fazla güç ile çalışmaktadır. Bu gücü karşılayabilmek için ise aynı oranda elektrik enerjisi tüketmeleri gerekir. Elektriksel güç formülü olan $P=V.I$ formülü üzerinden düşünüldüğünde klimaya gelen gerilim sabit olacağından yüksek güç gerektiren bir elektrikli alet için daha fazla elektrik akımı sağlanması gerekmektedir. Klimaya bu elektrik akımını sağlayabilmek için bağlı olduğu elektrik devresinden daha yüksek bir akım sağlanması gerekmektedir. Ohm Kanunu üzerinden düşünüldüğünde daha fazla akımın geçebilmesi için sabit gerilim altında devrenin direncinin düşürülmesi gerekmektedir. Klimada bu anlamda bir değişiklik yapılamayacağından devredeki iletken telin direncinin azaltılması tercih edilir. Bu sebeple devrede telin daha kalın olanı tercih edilir. Bu sayede daha yüksek bir akımın geçmesi ve klimanın ihtiyacı duyulan gücün karşılanması sağlanır. İletken telin ince olması durumunda klima gerekli enerjiyi çekmeye çalışırken iletken telin gereğinden fazla ısınması ve bu ısınma sonucunda elektrik devresinde yangın gibi kazaların oluşması olasılığı artabilir. Bu doğrultuda, öğrencilerin bu soruda kalın kabloların seçilmesinde klimanın gerektirdiği yüksek gücü sağlayabilmek için direnci düşürerek devrenin akım değerini arttırmanın hedeflendiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 9:

1.

I

II

Özdeş ampul ve piller ile çalıştırılan şekildeki devrelerde her iki devrede de birer pil boş olduğu bilinen bir pil ile değiştiriliyor. Bu müdahalenin ardından devrelerde bir değişim meydana gelir mi? Nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektrik devrelerinde şekildeki gibi bağlanan kapalı devrelerin her ikisinde de elektrik akımı oluşur. Pillerin bağlanma şekilleri yalnızca devrelerin toplam gerilim ve akım değerlerinin farklı olmasına sebep olur. Ancak her iki durumda da akım geçer. Fakat devredeki pillerin birer tanesinin boş yani bitmiş bir pil ile değiştirilmesi durumunda birinci devrede akımın geçmesi gereken tek yol bitmiş pilden geçmekte olduğundan devredeki akım durur. İkinci devrede ise boş pilin bulunduğu koldan akım geçmese de diğer kollardan akım geçeceğinden elektrik akımı geçmeye devam eder. Bu soruda öğrencilerden pil değişiminin ardından ilk devreden elektrik akımı geçmeyeceğini ve dolayısıyla ampulün söneceğini ifade etmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte ikinci devrede devreden akım geçmeye devam edeceğini, devredeki çalışan pil sayısının azalmasından kaynaklı toplam çalışma süresinin kısalcığını veya ampul parlaklığının aynı kalacağını ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 10:

Dizüstü bilgisayarlarınızı şarj ettikten sonra şarj aletlerini prizden çıkarmanıza rağmen şarj gösterge ışığı birkaç saniye boyunca yanmaya devam eder. Bunun sebebini açıklayınız.

**Soruya ilişkin bilimsel açıklama:**

Şarj aletlerinin prizden çıkarıldıklarında bir süre daha ışıklarının yanması, kapatılan hoparlörlerden kısa bir süre daha ses gelmesi gibi olaylar elektrik devrelerinde kullanılan kondansatörlerin bir etkisidir. Kondansatör, ya da sığaç, bir elektrik devresinde elektrik yükü

depolamaya yarayan devre elemanıdır. Elektrik devresinden elektrik akımı geçtiğinde kondansatörlerde yük birikmesi meydana gelir. Kondansatörün sahip olduğu kapasite (sığa) doğrultusunda depoladığı yük, elektrik devresinde güç kaynağı devre dışı kaldığı anda boşalır. Bu yük boşalması devrede kısa süreli bir akım geçmesine sebep olur. Elektrik devrelerinde bu kısa süreli ve azalan gerilime sahip akım, devrenin akımının ani bir şekilde kesilmesini önleyerek elektrikli aletlerin zarar görmesini önler. Bu doğrultuda öğrencilerin bu soruda ışığın bir süre daha yanmasının sebebi olarak şarj aletinde yer alan kondansatörün boşalma sırasında oluşturduğu elektrik akımını göstermeleri ve durumu devrede yer alan kondansatör ile açıklamaları beklenmektedir.

Soru 11:

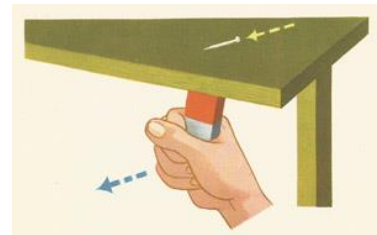
2 kondansatörü devreye önce seri sonra paralel bağladığınızda devrede ne gibi değişimler olabilir? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Kondansatörler elektrik devrelerine hem seri hem de paralel olarak bağlanabilirler. Devreye seri olarak bağlanan iki özdeş kondansatörün toplam sığası $1/C_{\text{eş}} = 1/C_1 + 1/C_2$ şeklinde olmaktadır. Yani elektrik devresi çalıştığında bu kondansatörler toplamda bu büyüklükte bir yük depolayabilir. Paralel bağlandıklarında ise toplam sığa $C_{\text{eş}} = C_1 + C_2$ şeklinde olur. Yani devrenin toplam yük depolama kapasitesi daha fazla olabilmektedir. Bu soruda öğrencilerin seri bağliken daha yüksek bir toplam gerilim sunacaklarını ancak daha kısa süreli çalışacaklarını, paralel bağliken ise daha düşük bir toplam gerilim ile daha uzun süreli çalışacaklarını ifade etmeleri beklenmektedir. Yani seri ve paralel bağli iki pil ile aynı özelliği göstereceklerini fark ederek benzer karşılaştırma sonuçlarını ifade etmeleri beklenmektedir. Kondansatörlerin kısa süreli bir akım sağladıkları bilinmekle birlikte, bu soruda esasen öğrencilerin kondansatörlerin boşalma sürecinde devredeki davranışlarının pilden farksız olduğunu ortaya koymaları beklenmektedir.

Soru 12:

Bir masanın üstüne konulan toplu iğne, masanın altındaki mıknatıs ile hareket ettiriliyor. Arada ahşap masa yüzeyi olmasına rağmen, masanın altındaki mıknatısın toplu iğneyi hareket ettirebilmesinin sebebini açıklayınız.



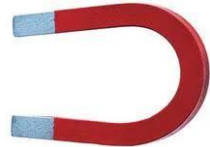
Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Mıknatısların belirli bir manyetik alanı vardır. Bu manyetik alan içerisine giren demir, nikel, kobalt gibi ferromanyetik (bağıl manyetik geçirgenliği yüksek) maddeler mıknatısın etkisine girer ve mıknatıs tarafından çekilirler. Soruda bahsedilen toplu iğne, mıknatısın manyetik alanı içerisinde kaldığından mıknatıs tarafından çekilmektedir. Arada yer alan ahşap masa mıknatısın manyetik alanını farklı bir yöne yönlendirebilecek bir malzeme değildir.

Bununla birlikte toplu iğnenin hareket edebiliyor olması, masa üzerindeki iğnenin halen manyetik alan sınırlarının içerisinde olduğunu göstermektedir. Bu sebeple ahşap masanın burada bir etkisi olmamaktadır. Bu soruda öğrencilerden masa kalınlığının iğneyi manyetik alan sınırlarından uzaklaştıracak kadar kalın olmadığını, dolayısıyla iğnenin manyetik alanın etkisinde kalmaya devam ettiğinden hareket ettiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 13:

Mıknatısa tutturularak bir süre bekletilen toplu iğneyi mıknatıstan ayırıp başka bir toplu iğneye yaklaştırdığımızda onu çektiğini gözlemleriz. Bu durumun sebebini nasıl açıklarsınız?

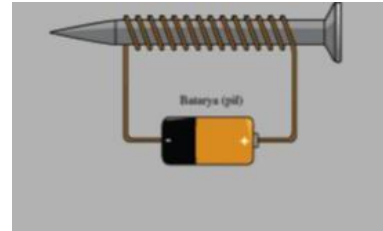


Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Bir mıknatısın manyetik alanına giren ferromanyetik maddeler (demir, nikel, kobalt gibi) mıknatısın manyetik alanının etkisiyle kendi etraflarında bir manyetik alan oluştururlar. Bu sayede mıknatısın etkisi devam ettiği sürece o madde de mıknatıs özelliği gösterir. Buna etki ile mıknatıslanma denir. Eğer bu madde manyetik alanın içerisine girmekle birlikte mıknatısa dokunduruluyorsa geçici mıknatıs özelliği kazanır ve bu özelliği bir süre sonra kaybeder. Buna da dokunma ile mıknatıslanma adı verilir. Bu doğrultuda öğrencilerin sorudaki olayı iğnenin mıknatısa dokunma sonucu kazanacağı geçici mıknatıs özelliği ile veya bu dokunma sonucu kazanacağı geçici manyetik alan ile sağladığını ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 14:

Şekilde bir elektromıknatıs görmektesiniz. Bu elektromıknatısın yapımında telin bobin haline getirilmesinin sebebini açıklayınız.



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Üzerinden akım geçen bir iletken tel, etrafında bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan akım geçmeye devam ettiği sürece varlığını sürdürür. Elektromıknatıslar, telin bu manyetik alanından faydalanılarak yapılmış yapay mıknatıslardır. Elektromıknatısların sahip oldukları manyetik alan tel boyunca yayılan bir manyetik alan olduğu için düz bir tel halindeyken bu manyetik alanın değeri zayıf bir manyetik çekim kuvveti sunabilmektedir. Elektromıknatısların yapılma sebebi cisimlere uygulayacağı çekim kuvvetinden faydalanmak olduğu için bu manyetik çekim kuvvetinin daha büyük ve gözlemlenebilir değerlerde olması istenmektedir. Bu sebeple de üzerinden akım geçen bu tel bir bobin haline getirilerek telin oluşturacağı manyetik alanın daha büyük olması, dolayısıyla elektromıknatısın çekim kuvvetinin daha büyük olması sağlanır. Öğrencilerin bu sorudaki olayı elektromıknatısın

manyetik alanının veya manyetik çekim kuvvetinin daha fazla olması için yapılan bir işlem olarak ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 15: Elektromıknatısı yaparken oluşturduğunuz bobini sarmak üzere demir çivi kullanılmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Elektromıknatıs düzeneğinde iletken telden akım geçtiği sürece bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan kuvvetinin etkisini arttırmak üzere yapılan işlemlerden birisi telin bobin haline getirilmesi olurken, diğeri de bobin haline getirilen bu telin manyetik alanını bir noktada toplama işlemidir. Bu işlem ise bobini oluştururken teli üzerine sardığımız malzemedir. Bu malzemenin ise manyetik alan çizgilerini yoğunlaştıran ve toplayan bir malzeme olması gerekmektedir. Bu tanıma uyan malzemeler Ferromanyetik (manyetik geçirgenliği yüksek) malzemelerdir. Demir, nikel, kobalt gibi malzemeler oda sıcaklığında bu özelliği göstermekte olup, manyetik alan çizgilerini kendi üzerinde yoğunlaştırmakta ve bir mıknatıs özelliğine bürünerek kutuplaşmaktadır. Dolayısıyla böyle bir malzeme, iletken telden elde ettiğimiz manyetik akıyı arttırarak güçlü bir çubuk mıknatıs haline getirmemizi sağlar. Bu sebeple elektromıknatıslarda bobinin içerisinde ferromanyetik bir malzeme kullanılır. Demir, diğer maddelere göre manyetik geçirgenlik katsayısı daha yüksek olan ve ulaşılabilirlik anlamında da daha kolay bir malzeme olduğundan basit elektromıknatıs yapımlarında demir çivi tercih edilir. Öğrencilerin bu soruda demir çivinin işlevinin manyetik alan şiddetini, manyetik çekim kuvvetini veya manyetik akıyı arttırmaya yönelik bir işlevinin olduğu açıklamaları, demirin ferromanyetik maddelerin özelliğini gösterdiğini ifade etmeleri beklenmektedir.

Soru 16:

Bisikletlerin tekerleğine monte edilerek öndeki ışığın yanmasını sağlayan küçük aygıtı düşününüz. Bu aygıtın içerisinde gerçekleşen olayı nasıl açıklarsınız?



Soruya ilişkin bilimsel açıklama:

Bisikletlerde elektrik elde etmek amacıyla kullanılan aygıtlara dinamo denir. Dinamolar, içerisinde bir mıknatıs ve bu mıknatıs yüzeyin ortasında bir kapalı elektrik devresi barındırır. Dinamonun dışarıda yer alan dişli kısmı içerideki elektrik devresine bağlıdır. Tekerleğe temas eden bu dişli döndükçe, manyetik alan içerisindeki elektrik devresi de hareket eder ve devrede bir indüksiyon akımı oluşur. Dönme sürekli hale gelirse sürekli bir indüksiyon akımı meydana gelir ve elektrik üretilir. Dolayısıyla dinamolar hareket enerjisini elektrik enerjisine çeviren aygıtlardır. Bu soruda öğrencilerin dinamo içerisinde bir manyetik alan etkisiyle telde bir indüksiyon akımı oluştuğunu, bu akımın da ampulün yanmasını sağladığını ifade etmeleri beklenmektedir.

EK 3

Bilimsel Süreç Becerileri Gözlem Formu

[illegible]

EK 4**Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu****GÖRÜŞME SORULARI**

1. Öğretmen olduğunda öğrencilerine sorgulamaya dayalı bir fen dersi sunabilme ve bu dersi yürütebilme konusunda kendine ilişkin düşüncelerin nelerdir?
 - a. İyi olduğunu düşündüğün noktalar nelerdir?
 - b. Kötü olduğunu düşündüğün noktalar nelerdir?
2. Öğrencilere fen derslerini daha iyi öğretebilmek için neler yaparsın?
3. Öğretim yaptığın ortamı betimleyebilir misin?
 - a. Öğrencilerin neler yapıyor?
 - b. Sen neler yapıyorsun?

EK 5

“Elektrik ve Manyetizma” Konusuna Yönelik Kavramsal Anlama Testi
Uzman Görüş Formu

Değerli Hocam;

Doktora tezim kapsamında sorgulamaya dayalı fizik deneylerinin öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma yürütmekteyim. Bu kapsamda öğretmen adaylarının Genel Fizik Laboratuvarı-II dersi Elektrik ve Manyetizma konusundaki kavramsal anlamalarının tespiti amacıyla bir kavramsal anlama testi hazırlamaktayım. Kavramsal anlama testi açık uçlu sorulardan oluşmakta olup, öğrenci cevaplarının değerlendirilmesi nicel ve nitel olarak iki boyutta yapılacaktır. Sizden beklenen, test sorularının Genel Fizik Laboratuvarı-II dersinin hedeflerine uygunluğu ve soruların kullanılabilirliği açısından değerlendirilmesidir. Formda yer alan durumlar dışında eklemek istediğiniz noktalar olması durumunda aşağıda yer alan “Ek Açıklamalar” bölümüne yazabilirsiniz. **Çalışmaya sağlayacağınız değerli katkılarınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim.**

Arş. Gör. Bekir GÜLER

Sorular	Dersin Hedeflerine Uygun	Dersin Hedeflerine Uygun Değil		Kullanılabilir	Kullanılamaz	Değiştirilerek Kullanılabilir (Değişiklik önerisine dair açıklama)
Soru 1						
Soru 2						
Soru 3						
Soru 4						
Soru 5						
Soru 6						
Soru 7						
Soru 8						
Soru 9						
Soru 10						
Soru 11						
Soru 12						
Soru 13						
Soru 14						
Soru 15						
Soru 16						

EK 6

Araştırmada Kullanılan Sorgulamaya Dayalı Etkinliklere İlişkin Çalışma Yaprakları

DENEY-1: ELEKTROSTATİK

Bölüm-1

I. “Elektriklenme” olayını nasıl açıklarsınız? Bu olayda neler meydana geliyor olabilir?

II. “Elektriklenme türleri” nelerdir? Birer örnek vererek açıklayınız.

Bölüm-2: “Mıknatıs Kapak”

I. Aşağıdaki şekilde gördüğünüz malzemeler ile öğretmen tarafından yapılan elektriklenme gösterimini inceleyiniz.

II. Deneyde gördüklerinizi ve gerçekleşen olayların sebebini kısaca yorumlayınız.

Bölüm-3

Görev tanımı: Gösteri deneyinde görmüş olduğunuz kâğıtların tamamı aynı ebatlarda ve özelliktedir. Deneyinizde size aynı özellikleri taşıyan bir kutu, kâğıt parçaları ve çeşitli deney malzemeleri verilmiştir. Göreviniz, kutudaki kâğıtları kapak yoluyla kutunun dışına taşımanın en hızlı yolunu bulmaktır.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan “**Deney Kuralları**”, “**Malzemeler**” ve “**Deney Bilgileri**” bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Taşıma işleminin hızlı olabilmesi için kullanacağınız malzemeler arasında kutu, kâğıt parçaları ve zemin kartonu standart malzemelerdir. Kullanacağınız diğer malzemeler ve uygulama adımları sizin kontrolünüzdendir.
- Yaptığınız tüm denemelere “**Uygulama Aşamaları**” bölümünde ayrı ayrı yer vermeniz gerekmektedir.

B. Malzemeler

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| ▪ Plastik silindir kutu | ▪ Saten kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Özdeş kâğıt parçaları | ▪ İpek kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Mukavva (yarım tabaka) | ▪ Yünlü kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Kadife kumaş (20*20 cm) | ▪ Kronometre |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-2: ELEKTROSTATİK-2

Bölüm-1

I. Gözlemlediğiniz etkinlikte balon ve naylon halkada nasıl bir etkileşim gerçekleştiğini düşünüyorsunuz?

II. Etkinliğe başlamadan hemen önce, etkinlik sırasında ve etkinlik sonrasında balon ve naylon halkanın durumlarında ne gibi farklılıklar vardır? Yorumlayınız.

Bölüm-2: “Uçan Poşet”

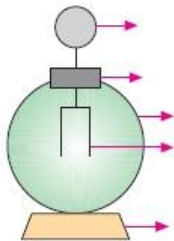
Bir önceki etkinlikte yer alan malzemeler bu aşamada sizlere de verilmiştir.

I. Bu malzemeleri kullanarak aynı deneyi siz de grup olarak gerçekleştiriniz.

II. Halkanın yere olabildiğince geç düşmesi için neler yapabiliriz? Yapacağınız deneyler ve grup tartışmalarınız yoluyla yorumlayınız.

Bölüm-3

Aşağıda gördüğünüz elektroskop örneğini inceleyiniz. Elektroskopun bölümleri ile ilgili kısımları, anlatım sırasında dikkatle doldurunuz.



Görev tanımı: Bir önceki etkinlikte bir balonun ve bir poşetin sürtünme ile elektrik yüklenmesini sağladınız. Şimdi ise göreviniz etkinlikte kullanmış olduğunuz balonun yüklü olduğunu gösterebileceğiniz en hassas elektroskobu tasarlamak.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak

kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan **“Deney Kuralları”**, **“Malzemeler”** ve **“Deney Bilgileri”** bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Elektroskopunuzu tasarlamak üzere size verilen malzemeler içerisinde istediklerinizi seçebilirsiniz.
- Elektroskobu test etmek üzere kuracağınız düzenekte balonu her seferinde olabildiğince aynı miktarda yüklemeye özen gösteriniz.
- Elektroskopunuzu tasarladıktan sonra gerçekleştireceğiniz denemelerinizin tamamına bulgular kısmında mutlaka yer vermeniz gerekmektedir.
- Elektroskopunuzla ilgili denemeler sırasında gerçekleştirilecek olan değişikliklere çalışma yaprağında mutlaka yer verilmelidir.
- Her grubun en az 1 elektroskobu olmalı ve denemelerin incelenmesi aşamasında elektroskop sorunsuz çalışır halde olmalıdır.

B. Malzemeler

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ▪ Su şişesi (3 farklı boyutta) | ▪ Saten kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Cam kavanoz | ▪ İpek kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Su | ▪ Yünlü kumaş (20*20 cm) |
| ▪ Balon | ▪ Kronometre |
| ▪ Mukavva (yarım tabaka) | ▪ Bakır tel |
| ▪ Kadife kumaş (20*20 cm) | ▪ Oyun hamuru |
| ▪ Bant | ▪ Demir çivi |
| ▪ Alüminyum folyo | |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-3: OHM KANUNU

Bölüm-1

I. Bir elektrik kablosuna çıplak elle dokunmak üzeresiniz. Dokunmadan hemen önce, elektriğin sizi çarpma riskini azaltmak için ne yaparsınız? Neden?

Bölüm-2: “Elektrik Devremiz”

Aşağıda listelenen malzemeler çalışma masanızda bulunmaktadır. Bu malzemeleri kullanarak yönergelere uygun çeşitli elektrik devreleri tasarlayınız.

- | | |
|----------------|--|
| ▪ Ampul | ▪ Elektrik kabloları (timsah kablo)(30 cm, 6 adet) |
| ▪ Voltmetre | ▪ Anahtar (1 adet) |
| ▪ Pil (9 Volt) | ▪ Ampermetre |

I. Devrelerden birine ampermetre bağlayarak ölçüm alınız. Bu ölçüm için kurduğunuz devreyi aşağıdaki boşluğa çizebilirsiniz.

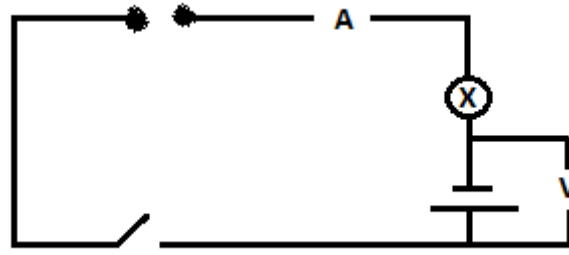
II. Bir başka devrede voltmetre ile ölçüm alarak kurduğunuz devreyi aşağıdaki boşluğa çizebilirsiniz.

III. Ampermetre ve voltmetrenin aynı anda bağlı olduğu bir elektrik devresi oluşturunuz. Devrede ölçüm cihazlarında okuduğunuz değerleri kaydediniz. Ardından bu devrede herhangi bir bağlantı noktası seçerek devreyi o noktadan kesiniz. Devrenin parmağınız üzerinden tamamlanmasını sağlayınız. İlk okuduğunuz değerleri devrenin yeni halinde bir kez daha kaydederek karşılaştırınız.

IV. Son yaptığınız denemede oluşan değişimin sebepleri sizce neler olabilir? Bir elektrik kablosuna dokunduğunuzda elektrik çarpma ihtimali bulunuyorken buradaki devrede farklı olarak ne gözlemlediniz?

Bölüm-3: “İletken Yapalım”

Görev tanımı: Aşağıda gördüğünüz elektrik devresini inceleyiniz. Bu elektrik devresinin belirli bir bölümü hasar aldığı için devredeki kabloların bağlantısı kesilmiştir. **Sizin göreviniz, bu devredeki akımı tamamlamak ve ampulün yanmasını sağlamaktır.**



Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan **“Deney Kuralları”**, **“Malzemeler”** ve **“Deney Bilgileri”** bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Öncelikle elektrik devresinin ilk hali yukarıdaki şekilde görülen haliyle aynı biçimde oluşturulacaktır. Yapılacak olan eklemeler ve denemeler, bu elektrik devresi üzerinden yapılacaktır.
- Devreyi tamamlamak üzere hangi yolları izleyebileceğinizi belirledikten sonra bu yollardan birini seçerek deneyinizin geriye kalan kısmını bu yol üzerine kurgulayınız.
- Elektrik devresini tamamlamak üzere, verilen malzemelerden istediğinizi kullanabilirsiniz.
- Elektrik devresi tamamlandığında ampul yanıyor olmalı, aynı zamanda devrenin akım, gerilim ve direnç değerleri yardımıyla ampul parlaklığına dair yorumlar da çalışma yaprağına not edilmelidir.

B. Malzemeler

- | | |
|-------------------|--|
| ▪ Tahta spatüller | ▪ Paket lastiği |
| ▪ Kâğıt havlu | ▪ Elektrik kabloları (timsah kablo)(30 cm, 6 adet) |
| ▪ Su | ▪ Anahtar (1 adet) |
| ▪ Sıvı yağ | ▪ Ampermetre |
| ▪ Kum | ▪ Voltmetre |
| ▪ Tuz | ▪ Pil (9 volt) |
| ▪ Ampul | |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: (Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: (Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)

DENEY-4: DİRENÇLER

Bölüm-1

Bir maddenin elektriksel direnci bir avantaj mıdır yoksa dezavantaj mı? Bu durumu nedenleriyle tartışınız.

Bölüm-2

Aşağıdaki tabloda size çeşitli malzemeler verilmiştir. Bu malzemeler ile aşağıda yer alan yönergeler doğrultusunda devreler oluşturunuz.

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ▪ Ampul (3 adet) | ▪ Elektrik kabloları (timsah kablo) |
| ▪ Voltmetre | ▪ Anahtar (1 adet) |
| ▪ Pil (1,5 volt) | ▪ Ampermetre |
| ▪ Bobin (200 sarım) | ▪ Direnç tablası |

I. 1 pil, 1 anahtar, 1 ampul, 1 ampermetre ve 1 voltmetreden oluşan bir elektrik devresi kurunuz. Kurduğunuz devreyi aşağıya çizebilir, ölçü aletleri üzerinde okuduğunuz değerleri aşağıya yazabilirsiniz.

II. Kurmuş olduğunuz devreye, bir dirence sahip olduğunu düşündüğünüz yeni bir bileşen ekleyiniz. Eklediğiniz bu bileşenin direnç değerini hesaplayınız. Devrenin yeni halini aşağıya çizebilirsiniz.

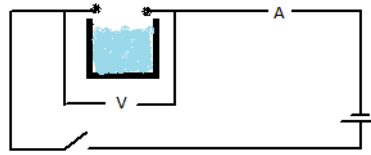
III. Bir önceki aşamada yaptığınız deneme işlemini, bağladığınız bileşeni değiştirerek yineleyiniz.

Bölüm-3: “Kendi Su Isıtıcımızı Yapalım”

Görev tanımı: Kettle da dediğimiz su ısıtıcıları artık günlük hayatımızın önemli bir bileşeni olmuştur. Çeşitli markaların ürettiği bu ısıtıcıların fiyatlarındaki farklılık, çoğunlukla suyu kaynatma ve sıcak tutabilme sürelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu farklılık ise kullanılan malzemelerden meydana gelmektedir. Şimdi ise kendi su ısıtıcımızı yapacağız. Bu aşamada göreviniz suyu en hızlı ısıtan su ısıtıcısını yapmaktır. Görevi gerçekleştirmek üzere hazırlanan elektrik devresinde su içerisinden geçen bölme boşluk olarak bırakılmıştır. Sizin yapacağınız çalışmalar bu boşluğu doldurarak devreyi tamamlamak üzerine olacaktır. Yani su ısıtıcısının su ile temas eden bölgesindeki malzemenin seçimi size aittir. (Su miktarı, sabit devre elemanları, pil, ortam koşulları tüm gruplar için aynı olacak şekilde ayarlanmıştır).

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile su ısıtıcısının çalışma prensibi ve deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan “**Deney Kuralları**”, “**Malzemeler**” ve “**Deney Bilgileri**” bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

Hazırlayacağınız su ısıtıcısına ait elektrik devresi çalışma masanızda hazır olup, şeması aşağıda verilmiştir.



A. Deney Kuralları:

- Devreyi, su içerisinden geçecek bir iletken ile tamamlamanız gerekmektedir. Bu iletkenin cinsi, uzunluğu, kalınlığı, şekilsel özellikleri sizin tarafınızdan belirlenecektir.
- İletken olarak, size verilen malzemelerden istediğinizi seçerek istediğiniz miktarda kullanabilirsiniz.

B. Malzemeler

Hazır düzeneğe yer alan malzemeler

- Beher (250 ml)
- Su (100 ml)
- Termometre
- Kronometre
- Ampermetre
- Elektrik kabloları (timsah kablo) (30 cm, 6 adet)
- Anahtar (1 adet)

Görevde kullanılacak malzemeler

- Nikel-krom tel (0,2 mm) (20 m makara)
- Bakır tel (0,4 mm) (20 m makara)
- Nikel-krom tel (0,4 mm)
- Bakır tel (0,2 mm)
- İp makarası
- Yan keski
- 8 cm inşaat çivisi

- Pil (1,5 volt)
- Voltmetre

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-5: PİLLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI

Bölüm-1

Aydınlatma amaçlı kurulan bir elektrik devresinde pilin olabildiğince uzun süre kullanılabilmesi için ampul sayısı ve pil sayısı arasında nasıl bir ilişki olmalıdır? Nedenleriyle tartışınız.

Bölüm-2

Aşağıdaki tabloda size çeşitli malzemeler verilmiştir. Bu malzemeler ile aşağıda yer alan yönergeler doğrultusunda elektrik devreleri oluşturunuz.

- Pil (1,5 volt) (3 adet)
- Elektrik kablosu (timsah kablo) (6 adet)
- Ampul (1 adet)

I. 1 pil ve 1 kablo kullanarak 1 ampulü kaç farklı şekilde yakabilirsiniz? Ampulü yakmayı başardığınız devreleri aşağıya çiziniz.

II. 3 pil, 1 ampul ve kabloları kullanarak ampulün yandığı kaç farklı devre oluşturabilirsiniz? Devreleri kurarak, oluşturduğunuz devreleri aşağıya çiziniz.

Bölüm-3: “Hangi ampul daha parlak?”

Görev tanımı: 2. Bölümde oluşturmuş olduğunuz elektrik devrelerinde devredeki ampulün yanmasını sağladınız. Bu bölümde ise göreviniz 2.bölümde kurmuş olduğunuz devrelerin ampul parlaklıklarını karşılaştırmaktır.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile karşılaştırmaları nasıl yapacağınızı ve deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan **“Deney Kuralları”**, **“Malzemeler”** ve **“Deney Bilgileri”** bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Denemeler sırasında 2.bölümün a şıkkında yapılan denemeler kendi içerisinde, b şıkkında yapılan denemeler ise kendi içinde karşılaştırılacaktır.
- Karşılaştırmalar yapılırken devrelere bağlanacak ampermetre ve voltmetreler yardımıyla ölçümler alınarak parlaklıklara dair yapılan yorumlarda verilerden de faydalanılmalıdır.

B. Malzemeler

- | | |
|---------------------------|--|
| ▪ Pil (1,5 volt) (3 adet) | ▪ Elektrik kablosu (timsah kablo) (6 adet) |
| ▪ Ampul (1 adet) | ▪ Voltmetre |
| ▪ Ampermetre | |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-6: KONDANSATÖRLER

Bölüm-1

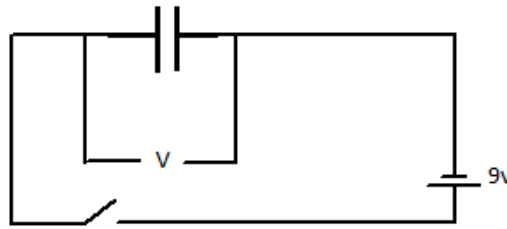
I. Bilgisayarınızı kapatmadan önce hoparlörünüzü kapattığınızı düşünün. Kapatma düğmesine basmanıza rağmen belirli bir süre daha hoparlörden ses gelmeye devam ediyor. Cihazı kapatmanıza rağmen çalışmaya devam etmesini nasıl açıklarsınız?

Bölüm-2

Aşağıdaki tabloda size çeşitli malzemeler verilmiştir. Bu malzemeler ile aşağıda yer alan yönergeler doğrultusunda devreler oluşturunuz.

- | | |
|----------------|-------------------------------------|
| ▪ Voltmetre | ▪ Elektrik kabloları (timsah kablo) |
| ▪ PİL (9 volt) | ▪ Kondansatör (Farklı sızgılarda) |
| ▪ Anahtar | ▪ Ampul (1 adet) |

I. Verilen malzemeleri kullanarak aşağıdaki şekilde yer alan elektrik devresini kurarak çalıştırınız. Voltmetrede okuduğunuz değeri ve devrede gözlemlediğiniz değışimleri aşağıya not ediniz.



II. Kurduğunuz devre çalışıyor iken anahtarı açarak devreyi durdurunuz. Anahtarı açtıktan sonra devrede ve voltmetrede meydana gelen değışimleri gözlemleyiniz.

III. Devrenize kondansatöre paralel olacak şekilde bir ampul ekleyiniz. C bölümünde yaptıklarınızı tekrarlayınız. Değişimlere dair gözlemlerinizi aşağıya not edebilirsiniz.

Bölüm-3: “Çıkış Koridoru”

Görev tanımı: Okul binasının kapatılması sırasında ışıkları içeriden kapatan görevli dışarıya çıkarken karanlıktan dolayı zorluk çekmektedir. Bu görevlinin okul binasından çıkarken koridorda güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlamanız gerekiyor. Bunun için ise, devreye bağlayacağınız kondansatör yardımıyla ışıkların anahtardan kapatıldıktan sonra bir süre daha yanmasını mümkün kılmalısınız. Göreviniz kuracağınız devre ile bu ışıkların anahtar kapatıldıktan sonra olabildiğince uzun süre yanmasını sağlamaktır.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile devrenizin çalışma prensibi ve deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan **“Deney Kuralları”**, **“Malzemeler”** ve **“Deney Bilgileri”** bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Kurulacak olan elektrik devresinde güç kaynağı olarak 1 adet pil, diğer sabit malzemeler olarak ise ampul, anahtar ve timsah ağızlı kablolar kullanılacaktır. Devreye ekleyeceğiniz kondansatör cinsi, sayısı ve bağlama şekilleri ise deneyinizin planına göre sizin tercihinize bırakılmıştır.
- Oluşturulan devreye ait çizime ilgili bölümde mutlaka yer verilmelidir.
- Devrenin tamamlanmasının ardından devrenin pil ile olan iletişimi kesilerek (anahtar yardımıyla yapılacaktır) ampulün yanık kalma süresi kronometre yardımıyla ölçülecektir.
- Devrenizi test ederken yaptığınız tüm ölçümlere ve verilere bulgular bölümünde yer veriniz.

B. Malzemeler

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ▪ Kronometre | ▪ Kondansatör (Farklı sızgılarda) |
| ▪ Elektrik kabloları (timsah kablo) | ▪ Ampul |
| ▪ Anahtar | ▪ Voltmetre |
| ▪ Pil (9 volt) | |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-7: MANYETİK ALAN

Bölüm-1

I. Her madde mıknatıs olabilir mi? Neden? Tartışınız.

Bölüm-2: “Mıknatıslar”

I. Çalışma masanızda bir karton kutu ve bir miktar demir tozu bulunmaktadır. Karton kutunuzun içerisine farklı şekil ve sayılarda mıknatıslar yerleştirilmiştir. Demir tozu yardımıyla bu mıknatısların yerlerini tespit etmeye çalışınız. Tespit ettiğiniz yerleri çizmek için aşağıdaki alanı kullanabilirsiniz.

II. Bir önceki aşamada mıknatısların yerlerini tespit ederken nasıl bir yol izlediniz? Demir tozun mıknatısların yerlerini belirlemeniz konusunda nasıl bir yol gösterdi? Tartışınız.

III. Çalışma masanızda, I seçeneğinde gerçekleştirdiğiniz deneyin benzerini gerçekleştirmek üzere benzer bir kutu ile birlikte demir tozu bulunmaktadır. Kutunun içerisinde bir elektrik devresi yer almakta olup, devrede kullanılan teller kutunun kapağından geçmektedir. Demir tozu yardımıyla bu tellerin geçtiği yerleri tespit etmeye çalışınız. Tespit ettiğiniz yerleri çizmek için aşağıdaki alanı kullanabilirsiniz.

Bölüm-3: “Manyetik Tren”



Görev tanımı: Öğretmen tarafından gösterilen ve yukarıda görseli sunulan “manyetik tren” sistemini inceleyiniz. Sistemin benzeri çalışma masanızda yer almaktadır. Göreviniz, manyetik treninizin verilen bakır tüneli en hızlı şekilde geçmesini sağlamaktır.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile manyetik treninizin çalışma prensibi ve buna bağlı olarak yapacağınız deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan “**Deney Kuralları**”, “**Malzemeler**” ve “**Deney Bilgileri**” bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- İlk olarak manyetik trenin çalışma prensibi incelenerek sistemde gerçekleşen olaylar ortaya konulmalıdır.
- Manyetik trenin tasarlanması için verilen malzemelerin hangisinin ne sayıda ve ne şekilde kullanılacağı grup kararına bırakılmıştır.
- Manyetik trenin tüneli en hızlı şekilde geçtiğinin kararı verilirken mutlaka sayısal verilere bakılacaktır.
- Manyetik trenin tamamlanmasının ardından her grubun deneyi sırasıyla incelenecek ve tüneli geçme süreleri kaydedilecektir.

B. Malzemeler

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ▪ Bakır telden oluşturulmuş tünel | ▪ Neodyum mıknatıs 5 mm*2mm (8 adet) |
| ▪ Alkalin Pil (3 adet- AA) | ▪ Kronometre |
| ▪ Cetvel | |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: *(Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)*

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

DENEY-8: ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON

Bölüm-1

I. Faraday yasası ve Lenz yasası hakkında neler biliyorsunuz?

II. Bir iletken telin üzerinde güç kaynağı kullanmadan elektrik akımı oluşturmak için neler yapılabilir?

Bölüm-2: "Bobin Oluşturma"

- | | |
|-----------------------------|--|
| ▪ Bakır tel (1 m) | ▪ Plastik su borusu (ince) (15 cm) |
| ▪ Voltmetre | ▪ Elektrik kablosu (timsah kablo) (6 adet) |
| ▪ Ampermetre | ▪ Çubuk mıknatıs (1 adet) |
| ▪ Neodyum mıknatıs (1 adet) | ▪ Küçük elektrik motoru (1 adet) |

I. Yukarıda yazılı olan malzemeler çalışma masanızda bulunmaktadır. Bakır teli plastik su borusuna sararak (her iki uçtan da 10 cm lik bölümü sarılmamış şekilde bırakarak) bir bobin oluşturunuz. Oluşturduğunuz bobini kaç tur sardığınızı not ediniz.

II. Oluşturduğunuz bobinin iki ucunu bir kablo yardımıyla birleştirerek devreyi kapalı hale getiriniz. Bu devreye ampermetre ve voltmetre bağlayarak ölçümler alınız. Bulgularınızı aşağıya yazınız.

III. Ölçüm aldığınız devreyi hiç bozmadan, önce çubuk mıknatısı, sonra neodyum mıknatısı bobinin içine doğru yaklaştırınız. Mıknatısları farklı açılardan, farklı hızlarla yaklaştırarak denemeler yapınız. Devre elemanlarını gözlemleyerek, bu denemeler sırasında oluşan değişimlerle ilgili gözlemlerinizi yazınız.

IV. Malzemeleriniz arasında bir elektrik motoru bulunmaktadır. Bu elektrik motorunun içini açarak iç yapısını, bu yapıya bağlı olarak çalışma prensibini inceleyiniz. Burada yer alan

yapının, sizin yaptığınız denemeler ile bir benzerliği var mı? Gözlem sonuçlarınızı arkadaşlarınızla tartışınız.

Bölüm-3: “Basit Jeneratör Yapalım”

Görev tanımı: Elektrik motorunun çalışması ile ilgili denemeler yaparak, ardından gösteri deneyini izlediniz. Elektrik motorunun çalışma sürecinin tersini gerçekleştirerek elektrik üretmek istiyoruz. Çalışacak sistemde ise ampulümüzü olabildiğince parlak bir şekilde yakmak istiyoruz. Göreviniz, size verilen malzemeler yardımıyla ampulün en parlak yandığı indüksiyon devresini kurmanızdır.

Grup arkadaşlarınızla yapacağınız bir ön tartışma ile devrenizin çalışma prensibi ve buna bağlı olarak yapacağınız deneyinizin genel taslağı üzerine düşününüz (Çalışma yaprağınızın arkasını, bu süreçte karalama alanı olarak kullanabilirsiniz.). Bu süreçte Bölüm 3 içerisinde yer alan “**Deney Kuralları**”, “**Malzemeler**” ve “**Deney Bilgileri**” bölümlerini mutlaka göz önünde bulundurunuz. Ardından deneyinize ait çözüm yolunuzu tahtada grubunuz için ayrılan bölüme yazınız ve çalışma masanıza dönerek başlama komutuyla birlikte deneyinize başlayınız.

A. Deney Kuralları:

- Verilen malzemeler içerisinde istenilen malzemeden istenilen miktarda kullanılabilir.
- Deneyde yapılan farklı denemeler ve farklı devreler ile ilgili elde edilen verilere de ilgili kısımda ek olarak yer verilmelidir.
- Motorun bobin ve şaft bölümleri hazırlanmış durumda size verilecektir. Geri kalan bölümler, verilen malzemeler doğrultusunda grup tarafından şekillendirilecektir.
- Kurulan devre tamamlandığında her grubun ampul parlaklığı test edilecektir. Bu sebeple ampul parlaklığının fazlalığı ile ilgili karar verilirken ölçme araçları kullanarak sayısal verilere de yer verilmelidir.

B. Malzemeler

- | | |
|--|---|
| ▪ Elektrik motoru (iç bobin ve şaft) | ▪ Neodyum mıknatıs 5 mm*2mm (8 adet) |
| ▪ Ampul (1 adet) | ▪ Çubuk mıknatıs (4 adet) |
| ▪ Bağlantı kabloları (timsah kablo)(6 adet) | ▪ U mıknatıs (1 adet) |
| ▪ Karton (1/4 tabaka) | ▪ Makas |
| ▪ Sıvı yapıştırıcı | ▪ Ampermetre, Voltmetre |
| ▪ Lego parçaları- farklı ebatlarda dişli çarklar | ▪ Lego parçaları- dişli çark bağlantı çubukları |

C. Deney Bilgileri:

1. Çözüm yolunuz: (Görevinizi başarıyla gerçekleştirmek için bulduğunuz çözüm yolunuzu yazınız)

2. Deneyde kullanmak üzere seçtiğiniz malzemeler:

3. Deneyinizin uygulama aşamaları:

4. Bulgularınız: *(Deneyinizden elde ettiğiniz bulgularınızı yazınız. Açıklamanız içerisinde, deneyinizde topladığınız sayısal veriler, elde ettiğiniz şekil, grafik... gibi öğelere de yer veriniz.)*

5. Sonucunuz ve çözüm yolunuz ile ilgili kararınız: *(Deneyin başında yazmış olduğunuz çözüm yolunuzu ve deneyinizde elde ettiğiniz bulgularınızı düşünerek sonuçlarınızı yorumlayınız.)*

EK 8

Ölçek Kullanım İzin Yazısı

Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeği Gelen Kutusu

Bekir Güler <bekirgulr@gmail.com>
 Alıcı: hakcay

31 May 2016 Sal 10:45

Hakan Hocam merhaba,

Dokuz Eylül Üniversitesinde doktora yapmaktayım. Doktora çalışmamda araştırmaya dayalı öğrenme çalışıyorum. Veri toplama araçlarından birisi olarak Smolleck tarafından geliştirilen ölçeğin uyarlamasını yaptığınız Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Ölçeğinizi kullanmak istiyorum. Kullanmam konusunda izniniz olursa, ölçeğin tam halini göndermeniz mümkün müdür?

İlginiz için teşekkür ederim.

Saygılarımla

Hakan Akcay <hakcay@yildiz.edu.tr>
 Alıcı: ben

31 May 2016 Sal 16:34

EK 9



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



Tarih: 10/09/2018

Tez Başlığı:

"Sorgulamaya Dayalı Fizik Deneylerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Özyeterliklerine, Kavramsal Anlamalarına Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi"

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 234 sayfalık kısmına ilişkin, 10/09/2018 tarihinde **tez danışmanım** tarafından Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6'dır.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/> adresindeki Tez İntihal Analiz Programı

Kullanım Kılavuzunu okudum ☒**Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15)** ☒**Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** ☐

☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça hariç, ☐ Alıntılar dâhil, ☐ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça dâhil, ☐ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☐ EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde. ☐	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Bekir Güler
 Öğrenci No : 2013950017
 Anabilim Dalı : İlköğretim
 Programı : Fen Bilgisi Öğretmenliği
 Statüsü : Yüksek Lisans ☐ Doktora ☒

ÖĞRENCİ

10.09.2018
 Bekir Güler

DANIŞMAN

10.09.2018
 Prof. Dr. Mehmet Şahin

Açıklamalar

- 1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu () işaretleyerek doldurunuz.
- 2: Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.
- 3: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin citilenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.
- 4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.