



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRENMENİN SINIF ÖĞRETMENİ
ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE VE
KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

ÇİĞDEM ŞENYİĞİT

İzmir
2020

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ**

**SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRENMENİN SINIF ÖĞRETMENİ
ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE VE
KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ**

ÇİĞDEM ŞENYİĞİT

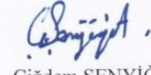
**DANIŞMAN
PROF. DR. İLHAN SILAY**

**İzmir
2020**

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi’’ adlı çalışmanın içerdđđ fikri izinsiz başka bir yerden almadđđımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandđđımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptđđımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verđđimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandđđını ve *intihal içermedđđini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduđđumu bildiririm.

16/06/2020


Çiğdem ŞENYİĞİT

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



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



Tarih: 29/07/2020

Tez Başlığı:

Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 284 sayfalık kısmına ilişkin, 29/07/2020 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, tezin **benzerlik oranı % 11**'dir.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.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 : Çiğdem ŞENYİĞİT
Öğrenci No : 2016950164
Anabilim Dalı : Temel Eğitim Anabilim Dalı
Programı : Sınıf Öğretmenliği Doktora Programı
Statüsü : Yüksek Lisans ☐ Doktora ☒

ÖĞRENCİ
(Adı Soyadı, İmza, Tarih)

Çiğdem ŞENYİĞİT
29/07/2020

DANIŞMAN
(Unvan, Adı Soyadı, İmza, Tarih)

Prof. Dr. İlhan SİLAY
29/07/2020

Açıklamalar

- 1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu () işaretleyerek doldurunuz.
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.
- 2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.
- 3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.
- 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.

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam boyunca anlayışlı ve hoşgörölü tavrı ile bana her zaman destek olan, yardımlarını benden hiçbir zaman esirgemeyen, kıymetli görüş ve önerileri ile akademik anlamda gelişmeme büyük katkıları olan, zor zamanlarımda bana her zaman destek olan, çok değerli doktora tez danışmanım, sayın hocam Prof. Dr. İlhan SILAY'a çok teşekkür ederim.

Doktora tez izleme komitemde yer alan, tez çalışma sürecimde bana manevi olarak destek veren, kıymetli vakitlerini bana ayırarak, çok değerli görüşleri ve bilgi birikimleri ile bana yol gösteren, yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN ve Doç. Dr. Duygu ÇETİNGÖZ'e çok teşekkür ederim.

Doktora çalışma sürecimde, değerli görüş ve önerilerine başvurduğum, her zaman büyük bir özveri ve sabır ile beni dinleyen, bilgi birikimi ile bana yol gösteren ve karşılaştığım zorlu süreçlerde bana her zaman destek olan değerli hocam Doç. Dr. Fatih ÖNDER'e çok teşekkür ederim.

Bu zamana kadar üzerimde emeği geçen, bana hem hayata dair hem akademik anlamda pek çok şey öğreten, değerli fikirlerini ve bilgileri ile bana rehber olan, zor günlerimde bana destek çıkan tüm hocalarıma verdikleri emekler için teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde çok çok büyük emeklere sahip olan, hayatım boyunca attığım her adımda ve aldığım her kararda koşulsuzca yanımda olan, karşılaştığım her zorlukta yılmamam gerektiğini öğreten ve bana güç veren, başarılı olacağıma inancı her zaman tam olan, sevgisi ile beni büyüten, varolduğum her an ve her yerde, kalbimde olan ve her zaman olacak olan rahmetli anneciğim, kıymetli babam ve ağabeyim; bana verdiğiniz emekler için, yanımda olduğunuz için ve bana yaşamayı öğrettiğiniz için sonsuz teşekkürler..

Çiğdem ŞENYİĞİT

İzmir, 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	x
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Amaç ve Önem	6
1.3. Problem Cümlesi/Alt Problemler.....	11
1.3.1. Problem Cümlesi.....	11
1.3.2. Alt Problemler.....	11
1.4. Sınırlılıklar	11
1.5. Varsayımlar.....	12
1.6. Tanımlar	12
BÖLÜM II	13
KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE /İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR ...	13
2.1. Kuramsal ve Kavramsal Çerçeve.....	13
2.1.1. Sorgulama Temelli Öğrenme	13
2.1.2. Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıflandırılması	16
2.1.2.1. Onaylayıcı Sorgulama.....	16
2.1.2.2. Yapılandırılmış Sorgulama	17
2.1.2.3. Rehberli Sorgulama.....	17
2.1.2.4. Açık Sorgulama.....	18
2.1.3. Sorgulama Döngüsü.....	18
2.1.4. Sorgulama Temelli Öğrenmenin Önemi	20
2.1.5. Sorgulama Temelli Öğrenmede Sınıf İklimi, Öğretmen ve Öğrenci Rollerini	21
2.1.6. Bilimsel Süreç Becerileri	25
2.1.7. Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması	27
2.1.7.1. Temel Bilimsel Süreç Becerileri.....	27
2.1.7.1.1. Gözlem Yapma	28
2.1.7.1.2. Sınıflandırma.....	28
2.1.7.1.3. İletişim Kurma	29
2.1.7.1.4. Çıkarım Yapma	30
2.1.7.1.5. Ölçme	30
2.1.7.1.6. Tahminde Bulunma.....	30

2.1.7.2. Bütünleştirilmiş Bilimsel Süreç Becerileri.....	31
2.1.7.2.1. Değişkenleri Kontrol Etme	31
2.1.7.2.2. Hipotez Kurma.....	32
2.1.7.2.3. İşlevsel Tanım Yapma	32
2.1.7.2.4. Verileri Yorumlama	32
2.1.7.2.5. Deney Yapma.....	32
2.1.7.2.6. Model Oluşturma	33
2.1.8. Bilimsel Süreç Becerilerinin Gerekliliği ve Önemi	33
2.1.9. Kavramsal Anlama.....	36
2.1.10. Kavramsal Anlamanın Belirlenmesi	39
2.1.11. Kavramsal Anlamanın Önemi.....	43
2.2. İlgili Yayın ve Araştırmalar	43
2.2.1. Sorgulama Temelli Öğrenme İle İlgili Yayın ve Araştırmalar	43
2.2.2. Bilimsel Süreç Becerileri İle İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	52
2.2.3. Kavramsal Anlama İle İlgili Yayın ve Araştırmalar	63
BÖLÜM III	66
YÖNTEM	66
3.1. Araştırmanın Modeli.....	66
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu	67
3.3. Veri Toplama Araçları	67
3.3.1. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi ve Geliştirilme Süreci.....	67
3.3.1.1. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi'nin Puanlanması	69
3.3.1.2. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi Geçerlik, Güvenirlik ve Madde Analizleri.....	71
3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi	77
3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	81
3.4. Verilerin Analizi	82
3.5. Deneysel İşlem Süreci.....	83
3.6. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinlikler	85
3.6.1. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinliklerin Hazırlanma Süreci	85
3.6.2. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinliklerin Uygulanması Süreci..	86
3.7. Deneysel İşlem Sürecinde Uygulanan Sorgulama Temelli Etkinlik Planları	94
3.8. Araştırmacının Rolü.....	126
BÖLÜM IV	128

BULGULAR.....	128
4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular.....	128
4.1.1. Araştırmanın Problem Cümlesine İlişkin Bulgular.....	128
4.1.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	130
4.1.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	140
4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular	149
4.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna İlişkin Bulgular	149
4.2.1.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Birinci Sorusuna İlişkin Bulgular	149
4.2.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun İkinci Sorusuna İlişkin Bulgular	151
4.2.1.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Üçüncü Sorusuna İlişkin Bulgular	153
4.2.1.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Dördüncü Sorusuna İlişkin Bulgular	157
4.2.1.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Beşinci Sorusuna İlişkin Bulgular	158
4.2.1.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Altıncı Sorusuna İlişkin Bulgular	159
BÖLÜM V	162
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	162
5.1. Tartışma ve Sonuç.....	162
5.1.1. Nicel Verilere Yönelik Tartışma ve Sonuç	162
5.1.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Tartışma ve Sonuç	162
5.1.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	165
5.1.2. Nitel Verilere Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	168
5.1.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Birinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	168
5.1.2.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun İkinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	170
5.1.2.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Üçüncü Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	174
5.1.2.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Dördüncü Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	178

5.1.2.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Beşinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	179
5.1.2.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Altıncı Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	180
5.2. Öneriler	186
KAYNAKÇA.....	188
EKLER.....	217
Ek 1. Akademik Özgeçmiş	217
Ek 2. İzin Belgeleri	218
Ek 3. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi	222
Ek 4. Bilimsel Süreç Becerileri Testi.....	235
Ek 5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Soruları.....	250
Ek 6. Etkinlik Kâğıtları	252
Ek 6.1. Etkinlik Kâğıdı 1	253
Ek 6.2. Etkinlik Kâğıdı 2	254
Ek 6.3. Etkinlik Kâğıdı 3	255
Ek 6.4. Etkinlik Kâğıdı 4	256
Ek 6.5. Etkinlik Kâğıdı 5	257
Ek 6.6. Etkinlik Kâğıdı 6	258
Ek 6.7. Etkinlik Kâğıdı 7	259
Ek 6.8. Etkinlik Kâğıdı 8	260
Ek 6.9. Etkinlik Kâğıdı 9	261
Ek 7. Deneysel Uygulamalara İlişkin Bazı Fotoğraflar	262
Ek 8. Gönüllü Katılımcı Onam Formu.....	264

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Eşitlenmemiş kontrol gruplu model.....	66
Tablo 2 Araştırmanın çalışma deseni.....	67
Tablo 3 Basit elektrik devreleri kavram testinde yer alan soruların ölçülmesi amaçlanan kavramlara göre dağılımı	69
Tablo 4 Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri.....	72
Tablo 5 Basit elektrik devreleri kavram testi puanlama türlerine ilişkin doğru cevap yüzdeleri	76
Tablo 6 Bilimsel süreç becerileri testinin tamamına ve alt boyutlarına ilişkin madde numaraları ile madde sayıları	78
Tablo 7 Bilimsel süreç becerileri testine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri.....	80
Tablo 8 Bilimsel süreç becerileri testinin tamamına ve alt boyutlarına ilişkin Cronbach's Alpha sonuçları.....	81
Tablo 9 Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ve alt boyutlarına ilişkin puan ortalamalarına yönelik betimsel istatistik sonuçları	129
Tablo 10 Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ve kavram yanılgısı puan türlerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları	129
Tablo 11 Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları	130
Tablo 12 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları	131
Tablo 13 Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları.....	131
Tablo 14 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin Box's M kovaryans matris eşitliği testi sonuçları	132
Tablo 15 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin Levene varyans homojenliği testi sonuçları	132
Tablo 16 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları	133
Tablo 17 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test tek yönlü MANOVA sonuçları	133

Tablo 18 Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklemeler için t-testi sonuçları.....	135
Tablo 19 Deney grubu bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları.....	136
Tablo 20 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları	136
Tablo 21 Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklemeler için t-testi sonuçları.....	138
Tablo 22 Kontrol grubu bilimsel süreç becerileri testi alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları.....	138
Tablo 23 Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları	139
Tablo 24 Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklemeler için t-testi sonuçları	141
Tablo 25 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları.....	142
Tablo 26 Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklemeler için t testi sonuçları	142
Tablo 27 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin Box's M kovaryans matris eşitliğı testi sonuçları	143
Tablo 28 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin Levene varyans homojenliğı testi sonuçları.....	143
Tablo 29 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları.....	144
Tablo 30 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu son test tek yönlü MANOVA sonuçları	144
Tablo 31 Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklemeler için t testi sonuçları	145
Tablo 32 Deney grubu kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları	146
Tablo 33 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgısı puan türlerine ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları	146
Tablo 34 Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklemeler için t testi sonuçları	147

Tablo 35 Kontrol grubu kavram yanılığısı puan türlerine ilişkin çok değışkenli (Multivariate) test sonuçları	148
Tablo 36 Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılığısı puan türlerine ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları	148
Tablo 37 Kısa devre konusuna ilişkin görüşme formunun ön uygulamasında belirlenen kavram yanılığıları	154



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sorgulama döngüsü	19
Şekil 2. Basit elektrik devreleri kavram testi yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği yüzdelik değerleri.....	76
Şekil 3. Etkinlik kâğıtlarının problem durumuna ve etkinlik planlarının birinci aşamasına ilişkin örnek	88
Şekil 4. Etkinlik planlarının ikinci aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği	89
Şekil 5. Etkinlik planlarının üçüncü aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği	90
Şekil 6. Etkinlik planlarının dördüncü aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği	92
Şekil 7. Etkinlik planlarının beşinci aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği	93
Şekil 8. Etkinlik Planı-1'e ilişkin problem.....	95
Şekil 9. Etkinlik Planı-2'ye ilişkin problem.....	100
Şekil 10. Etkinlik Planı-3'e ilişkin problem.....	104
Şekil 11. Etkinlik Planı-4'e ilişkin problem.....	108
Şekil 12. Etkinlik Planı-5'e ilişkin problem.....	112
Şekil 13. Etkinlik Planı-6'ya ilişkin problem.....	116
Şekil 14. Etkinlik Planı-7'ye ilişkin problem.....	120
Şekil 15. Etkinlik Planı-8'e ilişkin problem.....	124

ÖZET

SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRENMENİN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

Araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın katılımcılarını, 2018-2019 Bahar Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı birinci sınıf B şubesinde öğrenim görmekte olan 41 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma eşitlenmemiş kontrol gruplu model kullanılarak tasarlanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçlarını; Çelik (2013) tarafından geliştirilen bilimsel süreç becerileri testi, araştırmacı tarafından geliştirilen basit elektrik devreleri kavram testi ve araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturmaktadır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları hem deney hem kontrol grubuna deneysel işlem öncesinde ve sonrasında sunulmuştur.

Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek için üç aşamalı basit elektrik devreleri kavram testinden yararlanılmıştır. Kavram testinin geliştirme sürecinde analizler, Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören 258 öğrenci üzerinden gerçekleştirilmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerliği için alınan uzman görüşlerinden sonra madde analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ardından testin 15 maddelik son hali elde edilmiştir. Ardından puanlama-2 türü ve güven puanı arasındaki ilişki ile aynı zamanda yanlış pozitif ve yanlış negatif oranları incelenmiştir. Bunun sonucunda testin yapı ve içerik geçerliğinin sağlandığına ilişkin kanıtlar elde edilmiştir. Aynı zamanda teste ilişkin Cronbach's Alpha ve nokta çift serili korelasyon değerleri incelenerek, bu değerlerin uygun aralıklarda olduğu belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin verilerin toplanmasında ise Çelik (2013) tarafından geliştirilen 35 madde ve 6 alt boyuttan oluşan bilimsel süreç becerileri testi kullanılmıştır. Araştırmada kavram testi ile elde edilen nicel verileri desteklemek ve sınıf öğretmeni adaylarının kavram yanılgısı barındıran düşüncelerine ilişkin açıklamalara ulaşmak için araştırmacı tarafından hazırlanan 6 açık uçlu sorunun yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

Araştırma, haftada 3 ders saatinden oluşan 6 haftalık bir uygulama kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yer alan deney grubunda sorgulama temelli öğrenme kullanılırken; kontrol grubunda düz anlatım, problem çözme, soru-cevap ve simülasyonlu gösteri deneyleri ile desteklenen geleneksel öğrenme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmada bilimsel süreç becerilerine yönelik sonuçlar incelendiğinde; uygulama sonunda, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına kıyasla bilimsel süreç becerileri testi toplam puan ortalamalarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda uygulama sonunda, deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının, kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre bilimsel süreç becerileri testinin işe vuruk tanım yapma alt boyutu hariç tüm alt boyutlarına ilişkin puan ortalamalarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri testi toplam puan ortalamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri testinin verileri yorumlama ve işe vuruk tanım yapma alt boyutları hariç tüm alt boyutlarına ilişkin puan ortalamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri testi toplam puan ortalamalarının uygulama öncesine göre arttığı; fakat bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri testinin tüm alt boyutlarına yönelik puan ortalamalarının uygulama öncesine göre arttığı; fakat bu artışın anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada kavramsal anlamaya yönelik sonuçlar incelendiğinde; uygulama sonunda, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının, kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre kavramsal anlamaya ilişkin puan ortalamalarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda uygulama sonunda, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre kavram yanlışlığı puan türlerinin tamamına ilişkin puan ortalamalarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna ilişkin anlamlı farklılığın ise kontrol grubu lehine bir tek kavram yanlışlığı puan türünde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda kavramsal anlamaya ilişkin puan ortalamalarının, uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda kavram yanlışlığı puan türlerinin tamamına ilişkin puan ortalamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Kontrol

grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda kavramsal anlamaya ilişkin puan ortalamalarının, uygulama öncesine göre arttığı; fakat bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda kavram yanılığı puan türlerinin tamamına ilişkin puan ortalamalarının uygulama öncesine göre azaldığı; fakat bu azalmanın anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda hem deney hem kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarında uygulama öncesinde kapalı devre, açık devre, kısa devre, akım ve ölçü aletlerinin bağlanması gibi konularda pek çok kavram yanılığı belirlenmiştir. Deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi kavram yanılığı barındıran açıklamalarının, uygulama sonunda büyük çoğunluğunun bilimsel açıklamalara doğru yöneldiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi kavram yanılığı barındıran açıklamalarının büyük çoğunluğunun ise uygulama sonunda da benzer şekilde devam ettiği belirlenmiştir.

Genel olarak araştırma sonucunda sorgulama temelli öğrenmenin geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini ve kavramsal anlamalarını daha fazla geliştirdiği, kavram yanlışlarının giderilmesinde daha etkili olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda araştırmacılara, uygulamaya ve gelecek araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sorgulama temelli öğrenme, bilimsel süreç becerileri, kavramsal anlama, sınıf öğretmeni adayları.

ABSTRACT

THE EFFECT OF INQUIRY-BASED LEARNING ON ELEMENTARY SCHOOL TEACHER CANDIDATES' SCIENTIFIC PROCESS SKILLS AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING

The aim of the study is to examine the effect of inquiry-based learning on the elementary school teacher candidates' scientific process skills and their conceptual understanding of simple electrical circuits. The participants of the research are 41 students studying at the first grade B branch of Dokuz Eylul University Buca Education Faculty Basic Education Department Primary School Teacher Education Department in the 2018-2019 Spring Semester. The research was designed by using the nonequivalent control group model. The data collection tools of the research are the scientific process skills test developed by Çelik (2013), the simple electrical circuits concept test developed by the researcher and the semi-structured interview form prepared by the researcher. The data collection tools used in the research were presented to both the experimental and control groups before and after the experimental process.

In the research, three-tier simple electrical circuits concept test was used to determine the conceptual understanding of elementary school teacher candidates. In the development process of the concept test, analyzes were carried out on 258 students studying in the second, third and fourth grade of Buca Education Faculty Basic Education Department Primary School Teacher Education Department. Item analysis procedures were carried out after the expert opinions received for the content and face validity of the test. Then, the final version of the test with 15 items was obtained. Then, the relationship between scoring-2 type and confidence score, as well as false positive and false negative rates were examined. As a result, evidence of the structure and content validity of the test has been obtained. Also, Cronbach's Alpha reliability coefficient and point biserial correlation coefficient value related to the test were determined to be in the appropriate values range. Scientific process skills test consisting of 35 items and 6 sub-dimensions developed by Çelik (2013) was used to collect data on scientific process skills. In the research, a semi-structured interview form with 6 open-ended questions prepared by the researcher was used to support the quantitative data obtained through the concept test and to reach explanations about elementary school teacher candidates' misconceptions.

The research was carried out within the scope of a 6-week application consisting of 3 lessons per week. While the inquiry-based learning was used in the experimental group included in the study, the traditional learning method supported by lecture, problem solving, question-answer and simulated demonstration experiments in the control group was used.

When the results regarding scientific process skills are examined in the research; at the end of the application, it has been determined that the total score averages of the scientific process skills test in the experimental group were significantly higher compared to the elementary school teacher candidates in the control group. At the same time, at the end of the application, except for the sub-dimensions of defining operationally, the score averages of all sub-dimensions of the scientific process skills test were found to be significantly higher in the experimental group than in the control group. At the end of the application, it was determined that the total score averages of the scientific process skills test of the elementary school teacher candidates in the experimental group increased significantly compared to the pre-application. At the end of the application, except for the sub-dimensions of interpreting the data and defining operationally, score averages of all sub-dimensions of the scientific process skills test of the elementary school teacher candidates in the experimental group increased significantly compared to the pre-application. At the end of the application, it was determined that the total score averages of the scientific process skills test of the elementary school teacher candidates in the control group increased compared to the pre-application; however, this increase was not found to be significant. In addition, the score averages of the elementary school teacher candidates in the control group at the end of the application for all sub-dimensions of the scientific process skills test increased compared to the pre-application; however, this increase was not found to be significant.

When the results related to conceptual understanding are examined in the research; at the end of the application, it was determined that the score averages related to conceptual understanding of the elementary school teacher candidates in the experimental group were significantly higher than the elementary school teacher candidates in the control group. At the same time, at the end of the application, it was determined that the score averages related to all of the misconception score types of the elementary school teacher candidates in the control group were higher than the elementary school teacher candidates in the experimental group. It was determined that the significant difference in this regard occurred only in the misconception score type in favor of the control group. At the end of the application, it was determined that the score averages related to conceptual understanding of the elementary school teacher candidates in the experimental group increased significantly compared to the

pre-application. In addition, at the end of the application, it was determined that the score averages related to all of the misconception score types of the elementary school teacher candidates in the experimental group decreased significantly compared to the pre-application. At the end of the application, it was determined that the score averages related to conceptual understanding of the elementary school teacher candidates in the control group increased compared to the pre-application; however, this increase was not found to be significant. In addition, at the end of the application, it was determined that the score averages related to all of the misconception score types of the elementary school teacher candidates in the control group decreased compared to the pre-application; however, this decrease was not found to be significant.

As a result of the interviews conducted using the semi-structured interview form, many misconceptions have been identified in the students in both experimental and control groups in the subjects such as closed circuit, open circuit, short circuit, current and connecting measuring instruments. It was determined that the explanations which contained misconceptions pre-application of the elementary school teacher candidates in the experimental group, turned towards scientific explanations the vast majority at the end of the application. It was determined that most of the explanations which contained misconceptions pre-application of the elementary school teacher candidates in the control group, continue in a similar way at the end of the application.

In general, as a result of the research, it is determined that inquiry based learning improves elementary school teacher candidates' scientific process skills and conceptual understandings more than traditional learning method and is more effective in eliminating misconceptions. As a result of the research, suggestions were offered for researchers, application and future studies.

Keywords: Inquiry-based learning, scientific process skills, conceptual understanding, elementary school teacher candidates.

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Başta teknolojik ilerlemeler ile karakterize olan 21. yüzyılda, insanoğlunun küresel anlamda kendisini yetersiz hissettiği birtakım zorlukları aşabilmesi için yaratıcı, yenilikçi, üretken bir araştırma zihniyetine sahip olması gereklidir (Chu, Reynolds, Tavares, Notari ve Lee, 2017). Aynı zamanda artan küreselleşmenin, eğitimin uluslararasılaşmasının, öğrencilere yönelik öğrenme fırsatlarındaki artan çeşitliliğin söz konusu olduğu bu yüzyılda, eğitimciler de hem modern yaşamın gereklilikleri ve gerçeklikleri hem de eğitimin sosyal, siyasal, bireysel, ekonomik yönlerini kapsayan çok amaçlı rolleri dâhilinde hareket etmek durumundadırlar (Sheety ve Rademacher, 2015). Bu bağlamda içinde bulunduğumuz bu bilgi ve teknoloji çağına ayak uydurmak için yenilikçi, yaratıcı ve sorgulayıcı zihinlere sahip olan, bilgiyi üreten ve yapılandıran bireyler yetiştirilmesi gerekmektedir.

Yaşantıları boyunca farklı olaylara ve durumlara maruz kalan bireyler, kendi bireysel tecrübeleri ve yorumları ışığında karşılaştıkları bilgi ve kavramları farklı şekilde yapılandırmaktadırlar (Marlowe ve Page, 1998). Bireylerin yaşamları boyunca kullanacakları bilgileri ve kavramları yapılandırmalarının önemi düşünüldüğünde, bunları bireylerin kazanmasında ilk olarak *öğrenme* kavramının karşımıza çıktığı söylenebilir. Öğrenme, birbiriyle bağlantılı bilgi içeriklerini pasif bir şekilde bir araya getirmekten ziyade, bireylerin kendi yorumlarını, cevaplarını, kavramlarını keşfettikleri ve oluşturdukları, yani bilgiyi yapılandırdıkları bilişsel aktif bir süreçtir (Marlowe ve Page, 1998). Öğrenenlerin bu aktif süreçler dâhilinde, merak eden, sorgulayan, araştıran, yenilikçi, yaratıcı, üretken bir birey olmaları için öğrenme ortamlarında başvurulacak yaklaşımların önem kazandığı söylenebilir. Öğrenme sürecinde, işlenerek gelişmesi ve daha ileriye taşınması hedeflenen olgunun birey ve bilgi olduğu düşünüldüğünde, ham bilgiyi doğrudan iletmek, bireylerin bireyselliğini göz ardı etmekle aynı anlama gelecektir.

Öğretmen merkezli olan, bireysel farklılıkların daha geri plana atıldığı geleneksel öğrenme yaklaşımlarında öğrencilerin, neden-sonuç ilişkisi kurmada ve süreç becerilerini kullanmada yetersiz, dolayısıyla merak etmeden, sorgulamadan, araştırmadan bilgiyi ezberleyen ve pasif olarak edinen bir konumda oldukları söylenebilir. Böyle bir konumda bilgi edindikleri ve öğrendikleri düşünülen bireylerin, edindikleri bilgileri farklı gerçek yaşam durumlarına entegre etmede zorlandıkları ifade edilebilir. Oysaki öğrenmenin, bilginin pasif olarak edinildiği bir süreç olmaktan ziyade, bireylerin tecrübeleri, deneyimleri, inançları ve

tutumlarından etkilenen sorgulama, araştırma, eleştirel düşünme gibi birçok süreç becerileri ile şekillenerek öznel olarak yapılandırılan bireysel bir bilgi işleme ve yapılandırma süreci ile gerçekleştiği söylenebilir. Bu durumda bireylerin, bireysel farklılıklarının göz ardı edilmeden, bilgiden ziyade bilgi edinme yollarını da içselleştirilmeleri sağlanarak öğrendiklerini yeni durumlara transfer edebilen gerçek bir öğrenen olmaları sağlanmalıdır. Bu nedenle öğrenme süreçlerinde geleneksel öğrenme yaklaşımlarından ziyade, bireyleri aktif kılacak ve onların bilginin inşa edicisi konumunda olmalarına destek olacak öğrenme yaklaşımlarına yer verilmesinin önemli olduğu söylenebilir.

Bu durumda bilginin pasif olarak edinildiğini reddeden, öğrencilerin kendi kavramlarını ve bilgilerini yapılandırdıkları aktif bir süreci ifade yapılandırmacılık (Tynjälä, 1999) ön plana çıkmaktadır. Yapılandırmacılık, bireylere doğrudan bilginin iletilmesini değil; bireylerin soru sorma, araştırma, sorgulama, problem çözme gibi entelektüel beceriler aracılığı ile öğrenmeye teşvik olmalarını ve bilgiyi yapılandırmalarını ifade etmektedir (Marlowe ve Page, 1998). Yapılandırmacı anlayış, yeni bilgilerin açıklama ve yorumlama süreçlerinin temelinde, bireylerin önceki bilgilerinin ve inançlarının yer aldığını kabul etmektedir (Tynjälä, 1999). Öğrenenler, yapılandırmacı bir öğrenme sürecinde ilgili bilgiyi ya da konuyu, kendi zihinlerinde önceden varolan bilgileri ile yeni edindikleri bilgileri ilişkilendirerek ele almaktadırlar (Loyens ve Gijbels, 2008).

Bada (2015), bireylerin nasıl bilgi edindiklerini ve öğrendiklerini bilimsel çalışmalar dâhilinde ele alan yapılandırmacı teoride yapılandırmacıların; öğrenmenin, bilginin öğretildiği bağlamın yanı sıra bireylerin inançlarından, tutumlarından, önceki deneyimlerinden de etkilendiğini ifade ederek, bilginin inşa edilme sürecinin yapılandırmacı öğrenme teorisinde *asimilasyon* ve *uyumsama* kavramları ile açıklandığını belirtmektedir. *Asimilasyon* kavramı, bireylerin yeni elde ettikleri algısal, motor ve kavramsal birtakım girdileri kendi zihinlerinde var olan mevcut şemalara ve davranış kalıplarına entegre ettikleri bilişsel bir süreci ifade etmektedir (Wadsworth, 1989). Bu durumun, bireylerin yeni karşılaştıkları bilgi ve kavramların onların zihinlerinde var olan mevcut şemaları ve anlayışları ile uyum sağladığı takdirde bu yeni bilgi ve kavramların, var olan şemalara dâhil edilebileceğini ifade ettiği söylenebilir. Fakat bunun tam tersi durumda asimile edilen bilgi, mevcut zihinsel yapılar ile tutarsızlık gösterdiğinde bilişsel bir dengesizlik söz konusu olduğu için, bu durum mevcut şemaların değiştirilmesini ya da asimile edilen bilginin yapısında bir değişikliği gerektirmektedir (Abraham, 2005). Bu bilişsel dengesizliği gidermek adına, bireyler mevcut anlayışlarının yeni karşılaştıkları durum ile tutarsızlık gösterdiğini anladıkları durumda uyum sağlamak için bu anlayışlarını değiştirme yoluna gidebilmektedirler (Bada, 2015). Bu

bağlamda karşımıza çıkan *uyumsama* kavramı ise, bireylerin yeni karşılaştıkları uyarıların kendilerinde varolan mevcut şemalara uymadıklarını gördüklerinde, ya karşılaştıkları uyarıyı yerleştirecekleri yeni bir şema oluşturma yoluna gitmelerini ya da kendilerinde var olan mevcut şemayı uyarana uyacak ve uyarıyı kapsayacak şekilde değiştirmelerini ifade etmektedir (Wadsworth, 1989). Bu nedenle yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğretmenler, öğrenenlerin öğrenme ortamlarına birtakım bilgi ve inanışlar ile geldiklerinin farkında olarak, öğrencilerin fikirlerini rahatça ortaya koydukları, düşüncelerini tartışmaları ve fikirlerini geliştirmeleri için olanak sağladıkları uygun öğrenme ortamları yaratmalıdırlar (Appleton ve Asoko, 1996). Bu şekilde öğrencilerin karşılaştıkları bilgileri ve kavramları ezberlemeden kendi bilgi şemaları ile karşılaştıracabilecekleri ve karşılaştıkları bilgiler kendi şemalarına uymadığı durumda yeni şemalar yaratmalarını ya da var olan şemalarını değiştirebilecekleri öğrenme durumları yaratılarak, bilgiyi inşaa etme süreçlerine destek olunmalıdır.

Bu bağlamda, bilgiyi aktarmaktan çok daha farklı bir anlamı teşkil eden öğrenme, öğrencilere bilgiyi yapılandıracakları bir takım görevler atayarak gerçekleştirilmektedir (Tynjälä, 1999). Yapılandırmacı öğrenme ortamlarında, öğrenenler, bilgiyi bir problem durumu, eleştirel bir soru ya da konu alanı bağlamında ele alarak ilgili içeriğe ve kavrama ilişkin yapılandırmayı, sorgulama, araştırma ve birtakım analizler ile gerçekleştirmektedirler (Marlowe ve Page, 1998). Bu açıdan bakıldığında öğrenenlerin bilgiyi hazır almaları yerine kendilerinin inşaa etmelerine imkân sağlayan sorgulama temelli öğrenme, doğası gereği yapılandırmacıdır (Sheety ve Rademacher, 2015). Yapılandırmacı yaklaşımın gerektirdiği tüm bu süreçleri kapsayan sorgulama temelli öğrenmede, öğrenme sürecinde öğrenenlerin gerekli bilgi ve kavramları, öğrenme sürecinin başında hazır olarak almadığı, ilgili bilgi ve kavramlara sorgulama temelli bir süreç bağlamında ele alınan problem durumları aracılığı ile ulaştıkları söylenebilir. Duffy ve Raymer (2010) da, geleneksel öğrenme yaklaşımlarında, öğrenenlerin gerekli bilgi ve kavramları öğrendikten sonra bunları bir problem durumuna entegre ederek kullandıklarını, sorgulama temelli öğrenmede ise bu sürecin tam tersine işlediğini, kompleks ve karmaşık bir problem durumu içerisinde gerçekleşen bir öğrenme sürecinde, ilgili bilgilere ve kavramlara ulaşıldığını belirtmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde sorgulama temelli öğrenmede, öğrenenlerin ilk başta bilgi ve kavramları hazır olarak almadıklarına, kendi kavramlarından ve bilgilerinden yola çıkarak öğrenme süreci içerisinde bunları yapılandırdıklarına, değiştirdiklerine ya da yeni bilgiler ve kavramlar edindiklerine ve böyle bir süreç dâhilinde öğrendiklerine varılabilir.

Bireylerin edindikleri bu bilgi ve kavram içeriklerini anlamlandırmalarının yanı sıra, çevrelerinde bulunan dünyayı algılamalarında da kavramlara yükledikleri anlam oldukça önemlidir. Çünkü bireyler, kavramlara yükledikleri anlamlar ve açıklamalar ile çevrelerinde karşılaştıkları olay ve durumları yorumlayarak bilgi yapılandırma eğilimindedirler. Bu aşamada öğrenenlerin kavramlara yönelik bilimsel olmayan açıklamalarının fazla olması ve doğru kavramsal yapılara yeterli düzeyde sahip olmamalarının, öğrenenlerin bilgiyi yapılandırma süreçlerini olumsuz etkileyebileceği söylenebilir. Bu durumda öğrenme ortamlarında, öğrenenlerin kavram yanlışlarının tespit edilip giderilerek, doğru kavramsal yapılara ulaşmaları sağlanmalıdır.

Öğrenme süreçleri aracılığı ile öğrenenlerin çevrelerindeki dünyayı doğru kavramsal yapılar ve bilimsel yöntemler ile anlamlandırmalarında onlara ışık tutacak olan en önemli disiplin alanlarından biri de fen bilimleridir. Fen bilimleri yapısı itibarı ile merak duymayı, keşfetmeyi, incelemeyi, araştırmayı, sorgulamayı, gözlem yapmayı, deneyler yapmayı, bilimsel yöntemler kullanmayı içeren bir alandır. Bu bağlamda bir fen eğitimi sınıfında öğrencilerin merak içinde oldukları, soru sordukları, sorguladıkları, tutarsızlıkları fark ettikleri, bilgiyi tartıştıkları, problem çözdükleri bir öğrenme ortamının gözlemlenmesi gerektiğini belirten Chiappetta (1997), fen eğitimi vizyonunun *sorgulama* ile ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda da araştırma-sorgulama tabanlı öğrenme yaklaşımı temel alınmış olup keşfetmenin, sorgulamanın, katılımın aktif olduğu bir öğrenme süreci benimsenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

MEB (2018) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan fen bilimleri konuları ve öğrenme kazanımları incelendiğinde, bunların gerçek yaşam durumları ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu konulardan biri de bu çalışmada, çalışmanın katılımcılarını oluşturan sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarının belirlenmesine yönelik olarak ele alınan *basit elektrik devreleri* konusudur. Basit elektrik devrelerinin ve onun temelini oluşturan elektrik kavramının bireylerin günlük yaşamlarında her zaman var olan kavramlar olduğu söylenebilir. Bu anlamda bireylerin bu kavramlara yönelik doğru bilgiler ve doğru kavramsal anlamalar edinmeleri, hem günlük yaşam durumları hem de fen bilimleri kapsamında anlayışlar oluşturmaları için önemlidir. Bireylerin kavramsal kazanımlarının, onların kendi öğrendikleri ve tecrübe ettikleri ile yakından ilişkili olduğu düşünüldüğünde bilgi içeriğini oluşturan kavramların doğru yapılandırılması, bilginin de doğru yapılandırılmasına etki etmektedir.

Bireylerin ilgili konuya ilişkin doğru bilgilere sahip olabilmeleri için ilk olarak bu konuya ilişkin kavram yanlışlarının en az düzeyde olması ve doğru kavramsal yapılara sahip

olmaları gerekmektedir. Bireylerin kavramsal anlamalarının belirlenmesi sürecinde ilk aşamada, öğrenenlerin kendi kavramsal yapıları ve varsa kavram yanılgıları hakkında bilgi sahibi olunmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bireylerin kendi kavramsal yapılarının ve kavramlarına yönelik açıklamalarının, uygulamada doğru çözüme ve bilgiye ulaşmada, onlara yardımcı olup olmadığını deneyimleyerek öğrenmelerinin, onların doğru kavramsal yapılandırma sürecine geçmelerinde tetikleyici bir unsur olduğu söylenebilir. Bu aşamada sorgulama temelli öğrenmenin, bireylerin var olan kavramsal yapılarının işlerliğini deneyimlemeleri ve kavram yanılgıları ile yüzleşmeleri için uygun öğrenme ortamları sunduğu ifade edilebilir.

Bireylerin yaşantıları boyunca kavramları oluşturma süreçlerinde etkili olan çevrelerden biri de öğrenme ortamlarıdır. Bireylerin elde ettikleri kavramların doğru yapılandırılması sürecinde öğrenme ortamlarında, öğrenme yaklaşımlarının ve öğretmenlerin büyük bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin öğrenme yaklaşımlarını doğru bir şekilde kullanabilmeleri ve doğru kavramsal anlamaları oluşturabilmeleri, kendilerinin de öğrenme yaklaşımlarını deneyimlemiş olmalarına ve doğru kavramsal şemalara sahip olmalarına bağlıdır. Bu bağlamda geleceğin öğretmeni sınıf öğretmeni adaylarının, sorgulama temelli öğrenmeyi ileride kendi sınıflarında doğru bir şekilde kullanabilmelerinin onların bu öğrenme yaklaşımı içerisinde yetişerek bu yaklaşımı içselleştirmelerine ve deneyimlemelerine bağlı olduğu söylenebilir. Aynı zamanda ileride ilgili konuları öğrenecek olan öğrencilere rehberlik edecek ve model olacak olan öğretmen adaylarının, kendi bilimsel süreç becerilerinin, kavram yanılgılarının farkında olmaları ve doğru kavramsal şemalara sahip olmaları da oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri ve kavramsal anlamaları üzerindeki etkisinin bilinmesinin, ileride sorgulama temelli öğrenmeyi kendi sınıflarında kullanacak olan öğretmen adaylarına ve bu alanda çalışan araştırmacılara pek çok açıdan yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Alan yazında sorgulama temelli öğrenmenin, bilimsel süreç becerileri üzerine olumlu etkilerinin olduğu çalışmaların (Basaga, Geban ve Tekkaya, 1994; Chang ve Mao, 1998; Ergül ve diğerleri, 2011; Gormally, Brickman, Hallar ve Armstrong, 2009; Koksall ve Berberoglu, 2014; Longo, 2012; Mattheis ve Nakayama, 1988; Şimşek ve Kabapınar, 2010; Yager ve Akcay, 2010) yanı sıra aynı zamanda anlamlı bir etkisi olmadığını gösteren çalışmaların da (Germann, 1989; Yıldırım, 2012) yer aldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde sorgulama temelli öğrenmenin kavram öğrenme üzerine (Mao, Chang ve Barufaldi, 1998) olumlu etkilerinin olduğunu bildiren çalışmalarda alan yazında yer almaktadır.

Sorgulama temelli öğrenmenin, birtakım deneysel süreçler içerisinde kavram ve bilgilerin keşfedilmesini ve sorgulanmasını, yeni bilgi ve kavramların ise bilimsel yöntemler kullanılarak yapılandırılmasını içerdiği düşünüldüğünde de; sorgulama temelli öğrenmenin bireylerin bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına olumlu yönde etki edebileceği düşünülmektedir. Sorgulama temelli öğrenmenin, bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamaya yönelik etkisinin bilimsel veriler ışığında belirlenmesinin ileride bu özellikleri öğrencilere kazandırma aşamasında ilgili yöntemin deneyimlenmesi sürecinde de yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının, bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

1.2. Amaç ve Önem

21. yüzyılda bireylerin kazanmaları beklenen nitelikler arasında, bilginin aktif alıcısı olabilmeleri, bilgiyi bilimsel süreçleri kullanarak bilimsel temellere dayandırarak inşa edebilmeleri ve kavramları doğru bir şekilde oluşturabilmeleri yer almaktadır. Bireylerden beklenen bu nitelikleri kazanmalarında onların erken dönemlerinden itibaren içinde bulundukları öğrenme ortamlarının büyük önem taşıdığı söylenebilir. Bu öğrenme ortamlarının; bireylerin, bilginin pasif alıcısı olmadan, aksine bilgiyi bireysel olarak yapılandıracakları aktif zihinsel etkinlikler içerisinde yer alacakları öğrenme süreçleri dâhilinde düzenlenmiş olması beklenmektedir.

Öğretmenlerin öğrenme sürecinin en başında içerik hakkında bilgi verdiği, daha sonra bu sözlü içeriği göstermek ve doğrulamak adına bir takım etkinlikler kullanması ile devam eden ve sürecin sonunda öğrencilerin yeni içerikleri kullanarak pratik yaptıkları öğrenme durumlarını içeren, son derecede yapılandırılmış olan bu süreçlerde öğrenenler, zihinlerini yeterince anlamlı düzeyde meşgul etmeyen birtakım etkinlikler ile ilgilenmektedirler (Colburn ve Clough, 1997). Bu bağlamda değerlendirilebilecek olan geleneksel öğrenme süreçlerinde, öğrencilerin bilgi içeriğinin yanı sıra öğrenme sürecinde kazanacakları becerileri edinmeleri için deneyim sahibi olacakları yeterli düzeyde yapılandırmacı öğrenme sürecinin özelliklerini yansıtan etkinlik içerisinde bulunmadıkları söylenebilir. Bunun aksine yapılandırmacı yaklaşımın yer aldığı öğrenme süreçlerinde ise öğrencilerin bilgi içeriklerine keşfederek ulaşacakları ve süreç içerisinde çeşitli beceriler kazanmalarını sağlayacak zihinsel anlamda meşgul oldukları çeşitli etkinliklerde bulundukları ifade edilebilir.

Yapılandırmacı bir öğrenme sürecinde çeşitli etkinlikler içerisinde bulunan öğrenenlerin öğrenme çıktılarının, pasif olarak edinilen bilgilerin ötesinde yer aldığı söylenebilir. Bu etkinlikler içerisinde öğrenciler, aktif olarak oluşturmuş oldukları bilgiler,

kavramlar ve ortaya koydukları özgün sentezler gibi öğrenme çıktıları oluşturmaktadırlar. Bu süreçlerde bilginin yapılandırılmasında, öğrencinin kendi öğrenme sorumluluğunu alması temel bir etken gibi düşünülse de, öğrencilerin bu öğrenme çıktılarını edinme sürecinde öğretmenin süreçteki rehberliği de oldukça önemli bir etkidir. Yapılandırmacı bir süreçte öğrencilerin aynı zamanda, süreç içerisinde öğretmen rehberliğinde, kullanıp geliştirdikleri sorgulama, araştırma, yaratıcılık, yenilikçi düşünme, eleştirel düşünme, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerileri gibi zihinsel becerileri içeren birtakım süreç çıktılarını deneyimleme ve geliştirme imkânına sahip oldukları ifade edilebilir. Bilgiyi edinmenin yanı sıra bilgiyi farklı durumlara entegre edebilmenin de bilgiyi yapılandırmada önemli olduğu düşünüldüğünde, öğrenme süreci boyunca edinilecek bu beceriler de önem kazanmaktadır. Bu bağlamda öğrenmeyi bilgi edinmenin ötesinde, bilgiyi edinme ve uygulama sürecinde gerekli olan becerilerin kazanılması olarak da kabul eden, öğrenenlerin merak ederek ve sorgulayarak kendi öğrenmelerinin yönlendiricisi ve bireysel inşa edicisi olacakları yaklaşımların ve öğrenme ortamlarının önem kazandığı söylenebilir. Bunlardan biri de sorgulama temelli öğrenmedir.

Sorgulama temelli bir öğrenme ortamının kilit noktasını, öğrenenlerin anlamlı sorularının olduğu, bilgi ve becerilerini geliştirerek daha anlamlı öğrenecekleri gerçekçi deneysel araştırmalarda bulunacakları bir ortam oluşturmaktır (Sheety ve Rademacher, 2015). Böyle bir öğrenme ortamında, günlük yaşamda karşılaştıkları durumları ve olayları anlamlandırma ve bilgi içeriklerini edinmede duyduğu merak ile öğrenme ortamına aktif olarak dâhil olan, araştıran, sorgulayan, farklı bakış açılarından bakmaya çalışan, içinde bulunduğu dünyayı ve doğayı kavrama aşamasında bilimsel birtakım ilkeleri keşfetmeye çalışan bireylerin yer aldığı söylenebilir.

Bu açıdan bakıldığında, öğrenenlerin edindikleri bilgi içeriklerini yapılandırmalarında ve keşfetmeye çalıştıkları bilimsel ilkeleri anlamlandırmalarında kavramların önemi yadsınamaz. Bu nedenle bireylerin, doğru bilimsel anlamlara ulaşmaları için yaşamları boyunca edindikleri kavramların, ezberden uzak, hatalardan mümkün mertebe arınmış ve bilimsel açıklamalara karşılık gelen bir oluşum içerisinde olması çok önemlidir. Bireylerin kavramları ve bilgileri bireysel olarak farklı şekillerde yapılandırdıkları düşünüldüğünde, bireylerin kavramlarını doğru açıklamalara dayandırarak yapılandırmaları için onların bu bireysel farklılıklarını ve ön kavramlarını dikkate alan öğrenme yaklaşımlarının önemli olduğu söylenebilir. Geleneksel öğrenme yaklaşımında öğrenme sürecinde ön kavramların çok fazla dikkate alınmaması, öğrenenlerin kavramları keşfetmeyip doğrudan onlar hakkında bilgi edinip ezberleyerek yeni durumlara uygulamaya çalışmaları söz konusudur. Bunun aksine

sorgulama temelli öğrenme sürecinin ise öğrenenlere belirli bir süreç içerisinde var olan kavramlarını bilimsel uygulamalar ile değiştirme ve geliştirme, aynı zamanda yeni kavramlar keşfetme ve yapılandırma imkânı sunduğu söylenebilir. Sorgulama sürecinde öğrenenler eleştirel ve mantıklı düşünme süreçleri içerisinde soru sordukları, açıklamalar oluşturdıkları, bilimsel bilgilere karşı kendi açıklamalarını test ettikleri, sonuca ulaştıkları ve sonuçları paylaştıkları süreçlerden geçerek, akıl yürütme ve düşünme süreçleri ile bilimsel bilgiyi biraraya getirerek bilimsel kavramlara ulaşmaktadırlar (National Research Council [NRC], 1996).

Merak, sorgulama, açıklama, tahminde bulunma, hipotez kurma ve test etme, çıkarımda bulunma, sonuca ulaşma gibi süreçleri içeren sorgulama temelli öğrenmenin, bu anlamda gerçekleştirilen bilimsel uygulamalar kapsamında kavramsal anlamayı yapılandırmada etkili öğrenme ortamları ve içerikleri yanında, bilimsel süreç becerilerinin kullanımını teşvik eden içerikler de sunduğu söylenebilir. Cairns ve Areepattamannil (2019), sorgulama temelli öğretimin; bilimsel kavramların öğretiminde sorgulama süreç becerilerinin kullanılması gerektiğini, bilimsel anlayış geliştirmek adına bilim insanları tarafından sorgulama yöntemlerinin nasıl kullanıldığını ve belirli süreç becerilerinin öğretilmesini kapsadığını ifade etmektedir. Bu anlamda sorgulama temelli öğrenmede, öğrencilerin sadece bilgi edinmekle kalmayıp, kavramsal yapılarını kullanacakları ve geliştirecekleri, aynı zamanda bu süreçte bilimsel yöntemleri ve bilimsel süreç becerilerini deneyimledikleri bir öğrenme bağlamı içerisinde yer aldıkları söylenebilir.

Öğrenenlerin, temelde yaşam boyu öğrenen, bilgiyi geliştiren, değiştiren ve üreten olmaları aynı zamanda edindikleri bilgileri farklı durumlara aktarabilen, bilgiyi yaşamlarında işlevsel kılabilen olmaları beklenmektedir. Buna yönelik tüm öğretim programlarında ve eğitimin genel hedefleri arasında, soru soran, araştıran, sorgulayan, bilimsel süreç becerilerini kazanmış, eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirmenin önemli olduğu söylenebilir. Bu nedenle öğrenme ile ilgili tüm süreçlerde öğrenenlerin bu nitelikleri edinmelerini ve geliştirmelerini sağlayacak bir yaklaşım belirlenmelidir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda "Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirme" esas alınmış olup araştıran, sorgulayan bireyler yetiştirme hedef alınırken, kazandırılması hedeflenen becerilerden biri de bilimsel süreç becerisi olarak belirlenmiştir (MEB, 2018). Milli Eğitim'in temel amaçları arasında soru soran, araştıran, sorgulayan, bilimsel süreç becerilerini kazanmış bireylerin yetiştirilmesi gerektiği (MEB, 2018) esas alındığından, fen bilimleri alanında da öğrencilerin bu becerileri kullanmaları ve geliştirmelerinin oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda genel anlamda; öğrencinin öğrenme ortamında aktif olarak sorumluluk alarak, kavramları ve bilgiyi yapılandırmaya olanak tanıyan sorgulama, deneysel kanıtlar dâhilinde elde edilen verileri gözden geçirerek yorumlama, analiz etme, hipotez kurma, tahminde bulunma, hipotezleri test ederek sonuçları bildirme gibi birden fazla bilimsel süreç becerisinin kullanılmasını içeren araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi benimsenmiştir (MEB, 2018).

Sorgulama temelli yaklaşım ile öğrenenler bilimsel bilgiyi üretmek için gerekli olan süreçleri de öğrenmektedirler (Cairns, 2019). Sorgulama temelli öğrenmede, öğrenciler, yer aldıkları etkinlikler aracılığı ile bilimsel süreç becerilerini kullanmayı öğrenerek bilimsel yöntemin doğru bilgiye ulaşmadaki etkililiğini deneyimlemektedirler. Böylece öğrenciler, teorik bilgiyi bilimsel birtakım süreçleri izleyerek uygulamaya entegre etme imkanına sahip olmaktadır. Bu anlamda sorgulama etkinlikleri, bilimsel kavramların kazanılmasında, açıklanmasında ve uygulanmasında öğrenenlere değerli bir içerik sunmaktadır (Edelson, Gordin ve Pea, 1999). Bu şekilde öğrencilerin kendilerinde var olan kavramları doğru bilimsel çerçeveler içerisinde yapılandırarak anlamlı ve kalıcı kıldıkları söylenebilir.

Öğretim sürecinde çeşitli disiplin alanlarında, öğrencilere belirli kavramlar çerçevesinde öğrenme içeriğinin kazandırılması hedeflenmektedir. Farklı sınıf düzeylerinde ve disiplin alanlarında öğretmenler, öğrenme sürecinde öğrencilerin kazanmaları hedeflenen konulardan ve kavramlardan sorumludurlar. MEB (2018) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, araştırma-sorgulama temelli strateji çerçevesinde öğrencilere kazandırılması hedeflenen birtakım içerikler ve kavramlar söz konusudur. Bu içerikleri ve kavramları ilköğretim düzeyinde öğrencilere kazandırmada, fen bilimleri disiplini alanında 3. ve 4. sınıflar bazında sınıf öğretmenleri sorumludur. Bu nedenle öncelikle bu konu alanları ve kavramlardan, geleceğin sınıf öğretmenleri olacak olan ve bu çalışmanın katılımcılarını oluşturan sınıf öğretmeni adaylarının yeterli düzeyde bilgi sahibi olması beklenmektedir. Fen bilimleri alanında da öğrencilere kazandırılması hedeflenen birçok konu ve kavram arasında olan, aynı zamanda günlük yaşamda da yer alan konu ve kavramlardan birisi de basit elektrik devreleri, elektrik kavramı ve onunla ilişkili olan diğer kavramlardır. Bu çalışma kapsamında MEB (2018) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde 3. sınıfta *Elektrikli Araçlar* ünitesi, *Fiziksel Olaylar* konu alanı altında; 4. sınıfta ise *Basit Elektrik Devreleri* ünitesi *Fiziksel Olaylar* konu alanı altında bu kavramlarla ilişkilendirilebilecek konu ve kavramların olduğu görülmektedir. Bunları öğrencilere kazandırmaya yönelik öncelikle bu konularda bilgi yapılandırma sürecinde yer alacak olan sınıf öğretmenlerinin bu konuları ve kavramları kapsayacak şekilde doğru kavramsal anlamalara sahip olmaları beklenmektedir. Aynı

zamanda bu süreçte, bu konuların bilimsel süreçlere ve yöntemlere uygun olarak doğru öğretim stratejileri ile ele alınması da bilimsel süreçler ve öğretim stratejileri hakkında bilgi ve deneyim sahibi olunmasına bağlıdır.

Cairns (2019), bilim içeriğini edinmelerinde etkileşimli ve ilgi çekici bir öğrenme ortamı sunan ve öğrenenlere gerçekçi durumlar içerisinde bilim insanlarının çalışma süreçlerini deneyimleme imkânı veren sorgulama temelli öğrenmenin, fen eğitimcileri tarafından fen bilgisi için uygun bir öğrenme modeli olarak görüldüğünü ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında öğrencileri merak etmeye, sorgulamaya, araştırmaya, bilginin doğasını ve oluşumunu keşfederek öğrenmeye teşvik eden sorgulama temelli öğrenmenin, bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin bilinmesinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede önemli bir farkındalık ve bilgi sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bilimsel yöntemlere dayanarak elde edilen sonuçlar ile sorgulama temelli öğrenmenin, bilimsel süreç becerileri ve kavramsal anlama üzerindeki etkisinin bilinmesinin ileride bu değişkenlere yönelik çalışma ve uygulama yapacak olan eğitimcilere ve araştırmacılara bu alanlarda bir bilgi içeriği ve bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

İlgili alan yazın incelendiğinde sorgulama temelli öğrenmenin genellikle ortaöğretim öğretmen adayları ve bunların seviyesine uygun etkinlikler kapsamında ele alındığına ulaşılmıştır. Bu araştırmada ise sorgulama temelli öğrenme sınıf öğretmeni adayları kapsamında ele alınmıştır. Bu çalışmanın katılımcılarını oluşturan sınıf öğretmeni adaylarının bireylerin erken dönemlerinden itibaren yetişmesinde önemli bir rol oynayacağı dikkate alındığında, bu katılımcı grubun araştırma için önem teşkil ettiği düşünülmektedir. Bireylerin çok küçük yaşlardan itibaren okuma-yazma ile başladıkları daha geniş bilgi edinme süreçlerinin temelinde, sınıf öğretmenleri önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda düşünüldüğünde, öğrenmenin, ezberlenen bir içerik olmasının aksine, bizzat bireyler tarafından merak etme, sorgulama, araştırma gibi süreçler içerisinde gerçekleştirilen ve bilişsel aktifliği gerektiren bir süreç olduğunu anlamalarını sağlamada, sınıf öğretmenlerine büyük rol düşmektedir. Sınıf öğretmenlerinin bu anlayışa sahip olmalarının temelinde ise kendilerinin öğrenmeyi sorgulayıcı, araştırmacı, yapılandırmacı bir süreç içerisinde deneyimlemiş olmaları yer almaktadır. Bireylere bu nitelikleri kazandırmada sorgulama temelli öğrenmenin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle sorgulama temelli öğrenmenin, sınıf öğretmeni adaylarının bu nitelikte öğrenme ortamlarını ve bu ortamın kendi öğrenme süreçleri üzerinde etkilerini deneyimlemelerine ve öğrenmelerine imkân sunacağı düşünülmektedir. Bu süreçte edinilmiş olan öğrenmelerin ve deneyimlerin ileride sınıf öğretmeni adaylarının benzer niteliklere vurgu yapan öğrenme ortamları oluşturarak araştıran, sorgulayan, bilimsel

düşünebilen, bilgi üreten, yaratıcı ve yenilikçi bireyler yetiştirme süreçlerinde önemli bir basamak olacağı söylenebilir. Bu anlamda bu araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin belirlenen değişkenlere etkisi, sınıf öğretmeni adayları üzerinden incelenmiştir. Bu bağlamda bu araştırma kapsamında sorgulama temelli öğrenmenin, sınıf öğretmeni adayları bazında ele alınması ile alan yazına katkı ve çeşitlilik sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmada, aynı zamanda deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının, sorgulama temelli öğrenmeye yönelik bizzat yaparak-yaşayarak deneyim kazanma ve bilimsel süreç becerilerini birinci elden uygulayarak tecrübe etme imkânına sahip olacakları söylenebilir.

Ayrıca bu araştırmada, araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan özgün rehberli sorgulama temelli etkinliklerin, ileride bu konu üzerinde çalışan araştırmacıların ve uygulamacıların bu etkinliklerden yararlanabilmelerinde ve bu etkinliklerden esinlenerek farklı etkinlikler tasarlama yoluna gidebilmelerinde onlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde bu araştırmada araştırmacı tarafından özgün olarak geliştirilen kavram testinin ise basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamaların belirlenmesinin yanında bu konulardaki kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliklerine de ışık tutacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, bu araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına etkisini incelemek amaçlanmıştır.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problemler

1.3.1. Problem Cümlesi

Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve basit elektrik devreleri konularındaki kavramsal anlamalarına etkisi var mıdır?

1.3.2. Alt Problemler

- 1- Sorgulama temelli öğrenme sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini anlamlı düzeyde geliştirmekte midir?
- 2- Sorgulama temelli öğrenme sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını anlamlı düzeyde geliştirmekte midir?

1.4. Sınırlılıklar

- Araştırma, 2018-2019 Bahar Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 1-B sınıfı öğrencileri ile sınırlı tutulmuştur.

- Araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'nda okutulmakta olan “İlkokulda Temel Fen Bilimleri” dersi programına bağlı olarak haftada üç ders saati ile sınırlıdır.
- Araştırma süresi uygulama yapılan kurumun eğitim programını aksatmamak amacıyla altı hafta ile sınırlıdır.
- Araştırma için seçilen konular ve kavramlar genel olarak *elektrik akımı, potansiyel fark, Ohm yasası, açık devre, kısa devre, elektriksel güç (lamba parlaklığı) ve ölçü aletlerinin bağlanması* ile sınırlı tutulmuştur.

1.5. Varsayımlar

- Öğrencilerin araştırma süresince içten davrandıkları varsayılmıştır.
- Öğrencilerin veri toplama araçlarına verdikleri yanıtların içten olduğu varsayılmıştır.
- Araştırma süresince deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında etkileşim olmadığı varsayılmıştır.
- Araştırmayı etkileyebilecek kontrol altına alınamayan değişkenlerin deney ve kontrol grubunu aynı derecede etkilediği varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Sorgulama Temelli Öğrenme: Sorgulama temelli öğrenme, bilgi edinme süreçleri ile öğretimi ele almasının yanında bu süreçlerde araştırma yürütülürken izlenen yöntemler ve tekniklere de vurgu yapan öğrenen merkezli bir yaklaşımdır (Spronken- Smith ve Walker, 2010).

Bilimsel Süreç Becerileri: Harlen (1999) bilimsel süreç becerilerini, bilgi içeriğinin bilimsel temellere dayandırılması için kanıtlara dayandırılan tahminler aracılığı ile sunulmuş olan açıklamaların test edilmesi sürecinde bilimin doğasını anlama yolunda gerçekleştirilen bilişsel aktiviteler olarak tanımlanmaktadır.

Kavramsal Anlama: Kavramsal anlama, bireyin zihninde varolan teorik bilgiyi karşılaşılan farklı olaylar ve durumlar karşısında pratiğe entegre edebilme becerisini ifade etmektedir (Darmofal, Soderholm ve Brodeur, 2002).

BÖLÜM II

KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE /İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal ve Kavramsal Çerçeve

Bu bölümde, genel olarak bu çalışmada yer alan konu ve kavramlara ilişkin kuramsal ve kavramsal çerçeve tanımlanmaya çalışılmıştır.

2.1.1. Sorgulama Temelli Öğrenme

Günümüz öğrenme çevrelerinde, bilgiyi aktif olarak yapılandırabilen, yapılandırdığı bilgiyi yeni durumlara aktarabilen, yenilikçi, yaratıcı, üretken, üst düzey düşünebilen, 21. yüzyıl becerilerine sahip, sorgulayıcı bireyler yetiştirmek esas alınmaktadır. Öğrenenlerin öğrenme sürecine aktif olarak katılan, öğrenmenin sorumluluğunu alan, önceki bilgilerine dayanarak yeni bilgileri yapılandıran, üretken ve sorgulayıcı bireyler olmaları yolunda ve bu niteliklere sahip bireyleri yetiştirmede, yapılandırmacı yaklaşım önemli rol oynamaktadır.

Bireylerin bilgiyi, kendi zihinsel şemalarına, deneyimlerine ve inançlarına dayanarak inşa ettiğine vurgu yapan yapılandırmacılık, bu bağlamı ile bireysel bir bilgi tabanını temsil etmektedir (Jonassen, 1991). Bu bağlamda bireylerin önceki bilgi, kavram ve düşünceleri, bilgi yapılandırma sürecinin temel bileşeni olarak değerlendirilebilir. Bilgiyi yapılandırma sürecinde öğrencilerin karşılaştıkları bilgileri, kendi zihinlerinde mevcut olan bilgi şemaları ile değerlendirdikleri söylenebilir. Bilginin aktif olarak yapılandırıldığı, bireyselliği dikkate alarak etkileşim ve işbirliğine yer vererek, öğrenmenin sosyal bağlamını vurgulayan öğrenme çevreleri, yapılandırmacılığın öğretime olan yansımalarını teşkil etmektedir (Serafin, Dostál ve Havelka, 2015).

Bu öğrenme çevrelerinden birini teşkil eden, yapılandırmacı anlayışın bir yansıması olarak sorgulama temelli öğrenmede; öğrenenler, problem durumu ile karşılaştıklarında araştırma, tartışma, sorgulama gibi bilişsel süreçlerin başlangıcında, kendilerinde önceden var olan bilgileri ve kavramları harekete geçirmektedirler. Öğrenenlerin, öğrenme sürecinde kendilerinde önceden var olan bu bilgi ve kavramları genişletme ya da değiştirme gibi süreçler içerisinde yeni bilgi ve anlayışlar oluşturdukları ifade edilebilir. Yeni bilimsel anlayışlar oluşturmak için öğrenenlerin ön bilgilerine sorgulama aracılığı ile daha derin ve kapsamlı bir şekilde ulaşılmasında, sorgulama temelli öğrenme önemli bir rol oynamaktadır (Eick ve Reed, 2001). Bilimin gerçekçi uygulamasını yansıtan sorgulama temelli öğrenmede bireyler, geleneksel fen öğretimi ile kıyaslandığında pasif bir bilgi edinme sürecinin aksine bilgiyi

deneyimleyerek edinen etkin alıcı konumundadırlar (Edelson ve diğerleri, 1999). Sorgulama temelli öğrenmede öğrenme çevresi öğrenenlerin keşfetmelerini sağlayacak birden fazla değişkeni içinde barındırdığı gibi aynı zamanda öğrenenlerin bu süreçte kendi araştırma stratejilerini belirlemelerine de fırsat vermektedir (van Schijndel, Jansen ve Raijmakers, 2018). Bu açıdan değerlendirildiğinde sorgulama temelli öğrenme ortamında öğrenenlerin; bilgiyi doğrudan almak yerine, süreç içerisinde aktif bilişsel süreçlerden geçirerek ve keşfederek yapılandıkları ifade edilebilir. Bu süreçte öğrenenlerin bilgiyi; araştırma, sorgulama, gözlem yapma, sınıflandırma, hipotez kurma ve test etme, neden-sonuç ilişkisi kurma, değerlendirme gibi zihinsel süreçlerden geçirdikleri söylenebilir. Ardından öğrenenlerin, bu süreçte edindikleri bilgi ve kavramları birbirleri ile ilişkilendirerek bilimsel dayanaklar aracılığı ile yapılandıkları ifade edilebilir. Öğrenenler bu süreçlerde edindikleri kavram ve açıklamaları sadece bilgileri ile desteklemekle kalmayıp, onları deneysel süreçler içerisinde yapılandıkları bilimsel kanıtlarla da desteklerler. Böyle bir sürecin, bireylerin edindikleri bilgi ve kavramların, kendi zihinsel şemalarında anlamlı düzenler oluşturulmasında ve kalıcı kılınmasında etkili olduğu söylenebilir. Daha sonra oluşturulan bu bilgi şemalarının ve düzenlerinin yeni durumlara uygulamalı olarak transfer edilmesi ile, edinilen bilgilerin pratikte farklı öğrenme durumlarına entegre edilmesi sağlanmaktadır. Öğrenenler, tüm bu süreçlerde aktif olarak bilgiler ve kavramlar arasında ilişkiler kuran, bilgiyi yapılandıran ve yapılandığı bilgiyi yeni durumlarda kullanarak, etkinliğini ve etkililiğini deneyimleyen rolündedir. Edinilen bu rol ile öğrenme süreci içerisinde yapılandırılan bilgi ve kavramlar, öğrenenlerin bilimsel bir temelde bilgi üretme süreci kazanmalarında önemli bir dayanak oluşturmaktadır.

Eğitim ortamlarında bilimsel uygulamalar ile doğru açıklamalara ve bilgilere ulaşmak, aynı zamanda bilginin aktif yapılandırıcısı ve üreticisi olmak için sorular sormak önemlidir. Bu anlamda bilimin cevaplardan ziyade sorularla daha çok ilgilendiği göz önünde bulundurulduğunda, soruların ve problem durumlarının sınırlarını belirleyerek uygun sorular oluşturma, bu sorulara cevap arama ve bu süreçte ulaşılan sonuçları var olan bilgiler ile ilişkilendirebilmede bilimsel sorgulama kullanılmaktadır (Windschitl ve Buttemer, 2000). Sorgulama; problem çözme, hipotez test etmeyi, modellemeyi ve sokratik diyaloglar içerisinde olmayı içeren ve daha birçok benzer entelektüel aktivite ile ilişkilendirilebilen geniş bir yapıya sahiptir (Windschitl, 2003). Soru sorma ile başlayan sorgulama süreci keşfetme, açıklama, bulguların sunumunu içeren, hipotezlerin oluşturulup sınandığı ve duruma göre yeni sorular oluşturulduğu geniş bir süreci kapsamaktadır (Coffman, 2012).

Öğrenme ortamlarında soru sorulması, soruların çözümlerine ilişkin kanıtların elde edilmesi ve olası açıklamaların dikkate alınması, pek çok farklı disiplin alanında sorgulamanın uygulamaya konulması için gereklidir (Harlen, 1999). Bu bağlamda öğrenme ortamlarında bilgi edinme sürecinde soru sormayı, sorgulamayı ve buna yönelik bilimsel yöntemlere dayanan uygulamalar yapmayı içeren sorgulama temelli öğrenmenin alan yazında ortak noktalara sahip pek çok farklı tanımı yer almaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, Panasan ve Nuangchalerm (2010) tarafından, öğrenenlerin var olan önbilgileri ile ilgili alana ilişkin bilimsel tanımlar arasında bağlantı kurarak bilgiyi ve kavramları anlamlandırabilmeleri için oldukça pratik bir yöntem olarak ifade edilmiştir.

Maaß ve Artigue (2013) tarafından, bilimsel sorgulamayı ve alternatif açıklamaları temele alarak yapılandırılan sorgulama temelli öğrenme, bireylerin bu alternatif açıklamalarını bilim insanlarının çalışmaları sonucu ulaştıkları kanıtlar ile desteklemeleri sürecindeki çeşitli yollar olarak tanımlanmıştır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmeyi kapsamlı bir süreç olarak tanımlayan Dostál (2015), bu sürecin öğrencilerin gözlem, ölçme, deney yapma gibi aktivitelerinin yansırı analiz, sentez, karşılaştırma gibi bilişsel düşünme süreçlerini de ele aldığını belirtmektedir.

Sorgulama temelli öğrenmenin bir diğer tanımı ise; öğrenenlerin, sorular oluşturdıkları, bunlara yönelik araştırma yaptıkları, bir fikri destekleme gibi amaçlar ile kullanılabilecek yeni bilgi, anlam ve kavramalara vardıkları bir süreç (Alberta Learning, 2004) olarak ifade edilmiştir.

Bu tanımlardan; soru sorma, merak etme, keşfetme gibi sorgulamanın başlangıcını oluşturan bilişsel beceriler ile başlayan sorgulama temelli öğrenmenin, devamında öğrenenlerin ele aldıkları öğrenme içeriği ile bizzat daha fazla etkileşimde bulunacakları üst düzey düşünme becerilerinin aktif olarak kullanımını gerektirdiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenme; öğrenenleri, aktif öğrenmeye yönlendirerek meraklılığı, keşfi kullanarak yapılandırmacı teoriyi pratiğe dönüştürme yolundaki bir çaba olarak düşünülebilir (Justice ve diğerleri, 2007). Edelson ve diğerleri (1999)'de sorgulama aracılığı ile teorik bilgilerin, bilimsel yöntemlere dayanarak gerçekleştirilen uygulamalarda önemli bir unsur olarak biraraya getirilerek, bilimsel uygulamalar için bir temel oluşturduğunu ifade etmektedir. Bu anlamda, Crawford (2000), öğrenenlerin öğrenme sürecinde bilimsel yöntemler ve teknikler kazanmasına da yardımcı olan sorgulama temelli öğrenmenin; *bilim yapma, gerçek dünya bilimi ve uygulamalı bilim* gibi terimler aracılığı ile temsil edildiğini

ifade etmektedir. Bu nedenle bilimin pek çok yönden kavranması sürecinde, sorgulama ile öğrenmenin olduğu söylenebilir (Leonard ve Penick, 2009).

2.1.2. Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıflandırılması

Öğrenenler aktif olarak sorumluluk aldıkları bilgiyi yapılandırma sürecinde, oldukça çeşitli ve kapsamlı kaynaklar aracılığı ile kendilerini çözüme ulaştıracak bilgilere yönelik öğrenme faaliyetlerinde bulunmaktadır. Bu öğrenme faaliyetleri kapsamında öz yönetimli süreçlerden geçerek, açıklamalar oluşturup bunları değerlendirip, aktarabilmektedirler (Wu ve Hsieh, 2006). Sorgulamaya dayalı öğrenmenin temelinde sorgulama sürecinin yer aldığı söylenebilir. Sorgulama süreci soru sormayı, gözlem yapmayı, araştırma planlamayı, deneysel kanıtlar ile elde edilenleri desteklemeyi, veri toplamayı, analiz etmeyi, tahminde bulunmayı, alternatif ve bilimsel açıklamalar sunmayı, elde edilen sonuçları aktarabilmeyi içeren çok yönlü etkinlikleri içermektedir (National Research Council [NRC], 2000). Sorgulama temelli öğrenmede, öğrenciler bilimsel yöntemler ile deneyimlemiş oldukları otantik etkinlikler çerçevesinde, bilgi üretmekle kalmayıp, ortaya koydukları bu bilgi ve fikirlerini bilimsel temellere dayandırmaktadırlar (Abdi, 2014).

Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenme, öğrenenlerin aktiflik durumunu ve etkinliklerin yapısını temele alan dört başlık altında sınıflandırılmaktadır (Banchi ve Bell, 2008):

- Onaylayıcı sorgulama
- Yapılandırılmış sorgulama
- Rehberli sorgulama
- Açık sorgulama

2.1.2.1. Onaylayıcı Sorgulama

En düşük düzeyde sorgulama olan onaylayıcı sorgulamada, öğrencilere araştırılacak problem durumu, izlenecek yöntemler, kullanılacak materyal ve ulaşılabilecek sonuçlar hazır olarak sunulmaktadır (Banchi ve Bell, 2008). Onaylayıcı sorgulamada öğrenciler önceden bilinen sonuçlara ulaşmaya çalışmaktadırlar (Banchi ve Bell, 2008; Bell, Smetana ve Binns, 2005). Onaylayıcı sorgulama, önceden var olan bir fikrin daha da pekiştirilmesi gerektiğinde ya da öğrenenlerin sorgulayarak öğrenme deneyimini bizzat yaşamaları ve sorgulama becerilerini deneyimler içerisinde geliştirmeleri hedeflendiğinde tercih edilebilmektedir (Banchi ve Bell, 2008). Teorilerin doğrulanmasına ya da onaylanmasına dayanan ve başlangıç düzeyindeki sorgulama temelli öğrenmelerdeki kullanıma uygun olan onaylayıcı sorgulama; öğrencilerin gözlemsel, deneysel ve analitik becerilerinin geliştirilmesinde rol oynamaktadır

(Trna, Trnova ve Sibor, 2012). Onaylayıcı sorgulamada öğrenciler bir fenomene ilişkin temel düzeyde gözlemler ve deneyler yaparak belirli bir laboratuvar tekniğini öğrenmektedirler (Buck, Bretz ve Towns, 2008).

2.1.2.2. Yapılandırılmış Sorgulama

Öğrenenin öğrenme sürecinde biraz daha fazla sorumluluk almasını sağlayarak onaylayıcı sorgulama türüne göre daha aktif kılan sorgulama türü, yapılandırılmış sorgulamadır. Yapılandırılmış sorgulamada öğrenenlere problem durumu, izlenecek yöntemler ve kullanılacak olan materyaller hazır olarak sunulurken, araştırmadan beklenen sonuçlar hakkında herhangi bir açıklama yapılmamaktadır (Banchi ve Bell, 2008; Bell ve diğerleri, 2005; Colburn, 2000). Yönlendirmeli sorgulama olarak da bilinen yapılandırılmış sorgulama, esas olarak öğretmen tarafından adım adım yönlendirilen kılavuzlu bir sorgulama türü olduğundan bu sorgulama türüne dayalı etkinliklerde, öğrenenlere sunulan yönlendirmelerin takip edilmesi öğrenenlerin zihnini aktif olarak meşgul etmemektedir (Martin-Hansen, 2002). Yapılandırılmış sorgulamada sorular ve izlenecek süreçler önceden bilindiği için öğrenenler özerk düşünme yeteneğini çok fazla kazanamamaktadırlar (Zion, Michalsky ve Mevarech, 2005). Bunlar da yapılandırılmış sorgulamanın bir sınırlılığı olarak düşünülebilir.

Öğrencilerin sürekli alt düzey sorgulama türlerine dayalı etkinlik yapmaları uzun vadede çok faydalı olmayacağı gibi sorgulama etkinliklerine en üst düzeyde yer alan sorgulama türlerinden başlamaları da onlara pek yarar sağlamayacaktır (Bell ve diğerleri, 2005; Colburn, 2000). Bu nedenle sorgulama düzeyleri arasında bir denge kurulması önemlidir. Bu bağlamda onaylayıcı ve yapılandırılmış sorgulama, en alt düzeyde sorgulama türlerinden olmasına rağmen, öğrencilerin ileride daha açık sorgulamalar yapabilmeleri için ihtiyaç duyacakları temel becerileri deneyimlemelerini sağlayarak yavaş yavaş daha da geliştirmelerine ve bir sonraki sorgulama türlerine hazır olmalarına yardımcı olmaktadır (Banchi ve Bell, 2008). Bu açıdan bakıldığında, bu iki sorgulama türünün, gerektirdiği beceriler ve zihinsel süreçler kapsamında, öğrencilerin zihinsel olarak bilgileri daha aktif bir biçimde sorgulamalarını ve onlar arasında bağlantılar kurmalarını gerektiren daha üst düzey sorgulama türlerinden rehberli ve açık sorgulama türlerine temel oluşturduğu söylenebilir.

2.1.2.3. Rehberli Sorgulama

Öğrenenlere araştırmaları için ilgili problem durumunun ve materyallerin sunulduğu (Nivalainen, Asikainen ve Hirvonen, 2013) rehberli sorgulama türünde, araştırma süresince izlenecek yöntemler ve ulaşılabilecek sonuçlar öğrenenlere hazır olarak verilmemektedir (Banchi

ve Bell, 2008; Bell ve diğerleri, 2005; Colburn, 2000). Fakat rehberli sorgulamada öğrenciler direkt sınıf ortamında araştırılması mümkün olmayan karmaşık olay ve olgular hakkında bilgi edinme ve araştırma yapma durumunda kaldıklarında, öğretmen tarafından araştırmada kullanılmak üzere çeşitli kaynaklardan uygulanabilir bilimsel veriler sağlanabilir (Martin-Hansen, 2002). Rehberli sorgulamada öğretmenin rolü, onaylayıcı ve yapılandırıcı sorgulama türleri ile kıyaslandığında önemli derecede değişim göstererek, bir rehber durumuna dönüşmektedir (Trna ve diğerleri, 2012).

2.1.2.4. Açık Sorgulama

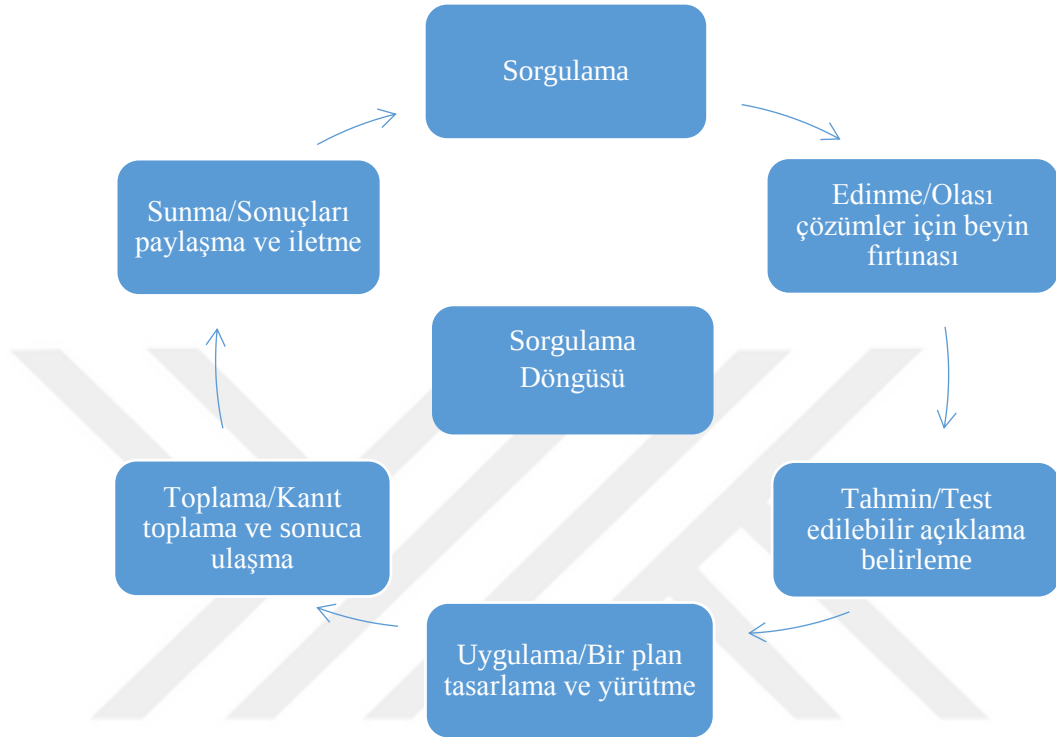
Açık sorgulama olarak bilinen en üst düzey sorgulamada ise izlenecek yöntem ve ulaşılabilecek çözüm ile birlikte problemin belirlenmesi süreci de öğrenene bırakılmaktadır (Banchi ve Bell, 2008; Bell ve diğerleri, 2005). Açık sorgulamada öğretmen öğrenenlere sadece materyal sağlamaktadır (Nivalainen ve diğerleri, 2013). Fakat bu süreçte çok fazla soru ve problem durumu belirlenebileceği için bunu sınırlandırmak adına öğretmen konu alanına yönelik bir çerçeve belirlemelidir (Windschitl, 2003).

Öğrencilerin araştırmak üzere kendi sorunlarını formüle ettikleri açık sorgulama, pek çok yönden ve gerektirdiği süreçlerden ötürü, bir bilim insanının geçtiği çalışma süreçlerinden geçmeyi gerektirmektedir (Colburn, 2000; Martin-Hansen, 2002). Bilim insanlarının çalışmalarına benzer olan açık sorgulama, üst düzey düşünme gerektirmesinin yanı sıra genellikle doğrudan konu alanına ilişkin kavramlarla, gerçekçi materyaller ile ya da bunların benzerleri ile çalışılmasını sağlar (Martin-Hansen, 2002). Açık sorgulamada öğretmenler araştırmanın yürütüleceği bilgi çerçevesini tanımladıktan sonra, öğrenenlerin oldukça çeşitli ve geniş yelpazeden soru ve yaklaşımları seçmelerine izin vererek, öğrencileri araştırılacak ilginç olguyu belirleme aşamasından başlayarak sorgulama sürecinin her aşamasında sürekli bir karar alma sürecine sokmaktadır (Zion ve diğerleri, 2005). Öğrenenlerden bilişsel anlamda oldukça aktif olmalarını bekleyen bu süreç, diğer sorgulama türlerine kıyasla daha üst düzey bir bilimsel akıl yürütme gerektirmektedir (Banchi ve Bell, 2008). Açık sorgulamanın belirtilen şekillerde gerçekleştirilmesi, öğrencilerin bilim insanlarının deneysel çalışmalarını yansıtan bir süreci tecrübe etmelerini sağlamaktadır (Sadeh ve Zion, 2009; Zion ve Mendolovici, 2012).

2.1.3. Sorgulama Döngüsü

Açık sorgulamadan yapılandırılmış sorgulamaya kadar farklı düzeylerde sorgulama temelli öğrenme ortamları oluşturulabilmektedir (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Bu çalışmada rehberli sorgulama kullanılmış olup, sorgulama temelli öğrenme süreci Llewellyn (

2002) tarafından belirlenen sorgulama döngüsü basamakları temel alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Sorgulama döngüsü (Llewellyn, 2002).

Llewellyn (2002) tarafından belirlenen ve 6 aşamadan oluşan sorgulama döngüsünün;

Sorgulama aşamasında; öğrencilerin çeşitli sorular sorarak başlattıkları, “... olursa ne olur”, “farzedelim...” sorularının sıklıkla yer aldığı bu aşamada, normal deneyimlerden daha farklı sonuçlanan gözlem sonuçları, farklı ve değişik bir olay ya da öğretmen yönlendirmeli bir aktivite aracılığı ile öğrencilerin zihninde birtakım tutarsızlıklar yaratılarak “Niçin” sorularının sorulması sağlanarak öğrencinin keşifte bulunabileceği ucu açık bir süreç sunmaya çalışılır (Llewellyn, 2002).

Edinme/Olası çözümler için beyin fırtınası aşamasında; sorunu çözebilmek adına hali hazırda ne bildiklerine yönelik sorgulama yapan öğrenenler, çözüme yönelik olarak beyin fırtınası yaparak sundukları olası çözümleri önceki deneyimlerine dayandırır (Llewellyn, 2002).

Tahmin/Test edilebilir açıklama belirleme aşamasında; araştırma sorusuna yönelik bir cevap sunabilmek adına öğrenenler “Bence...” şeklinde başlayan kendi düşüncelerini ve

önermelerini sunmak adına bir araya getirdikleri bilgilerini birleştirmenin yanı sıra çözüme yönelik bir plan oluştururlar (Llewellyn, 2002).

Uygulama/Bir plan tasarlama ve yürütme aşaması; öğrenenlerin sorularına ilişkin çözüm bulmak amacıyla bir plan tasarlanmasını ve uygulanmasını içermektedir (Llewellyn, 2002).

Toplama/Kanıt toplama ve sonuca ulaşma aşaması; öğrenenlerin sorgulama döngüsünün ilk aşamasında sormuş oldukları temel araştırma sorularına yönelik gözlemlerini kaydederek analiz etmelerini ve bu süreçte çelişki yaşadıkları takdirde sorgulama aşamasına dönüş yapmalarını içermektedir (Llewellyn, 2002).

Son aşama olan *Sunma/Sonuçları paylaşma ve iletme aşaması* ise öğrenenlerin elde ettikleri bilgileri ve ulaştıkları sonuçları çeşitli şekillerde temsil etme yoluna giderek, yazılı, sözlü veya poster sunum şeklinde aktararak paylaşımlarını içermektedir (Llewellyn, 2002).

Llewellyn (2002), ele aldığı bu sorgulama döngüsünün, sorgulama temelli öğrenmeye yönelik plan tasarlayan öğretmenler için genel bir format olarak değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan sorgulama temelli aktivitelerin sürdürülmesinde, etkinlik planlarının oluşturulmasında Llewellyn (2002) tarafından açıklanan bu sorgulama döngüsü kapsamında ilerleyen aşamalar dikkate alınmıştır.

2.1.4. Sorgulama Temelli Öğrenmenin Önemi

Etkinlik odaklı, öğrenen merkezli ve işbirlikçi bir yapıya sahip olan, fen sınıflarında öğretme ve öğrenmenin merkezini temsil eden sorgulama temelli öğrenme son yıllarda daha da önem kazanmıştır (Kaiser, Mayer ve Malai, 2018). Öğrenenler, sorgulama temelli öğrenme boyunca deneyimlemiş oldukları etkinlikler aracılığı ile edinmeleri gereken bilgileri ve becerileri kazanmaktadırlar. Bu nedenle sorgulama temelli bu etkinlikler öğrenme sürecinde öğrenenlerin bilgi içeriğine ulaşmalarında önemli bir bağlam oluşturmaktadır (Edelson ve diğerleri, 1999). Fakat Bell ve diğerleri (2005), öğrenme sürecinde deneye dayanan ya da öğrenenlerin aktifliğini içeren her aktivitenin veri analizi ve araştırma sorusu içermediğini, dolayısıyla öğrenenlerin aktif oldukları ve uygulamalı aktiviteler yoluyla tecrübe ettikleri her öğrenme durumunun sorgulama temelli öğrenme olmadığını ifade etmektedir. Öğrenme süreçlerinde deneyimlenen etkinliklerin sorgulama temelli öğrenme bağlamında değerlendirilebilmesi için, öğrenenlerin ilgili araştırma sorusuna ulaşmaları ve elde ettikleri verileri analiz ederek cevaplandırabilmeleri gerekmektedir (Bell ve diğerleri, 2005).

Sorgulama süreci, eleştirel ve mantıklı bir düşünme sistemi ile varsayımların tanımlanmasını ve alternatif açıklamaların sunulmasını gerektirir (Maaß ve Artigue, 2013). Sorgulama temelli öğrenme sürecinde ise öğrenciler etkinlikler aracılığı ile problem

durumunun çözümüne ulaşmada, birtakım sorular dâhilinde oluşturdukları hipotezlerini tanımlayıcı açıklamalar sunmaktadırlar. Sorgulama temelli öğrenme sürecinde bilimsel yönelimli soruları ele alan ve deneysel kanıtlar ile desteklenen bu açıklamalar, temel bilgi çıktıları olarak oldukça önemli bir yere sahiptir (Wu ve Hsieh, 2006).

Bu süreçte öğrenenlerden, bilimsel yöntemler ile sınanmaya uygun problem durumlarına çözüm getirmeleri ve bilimsel temellere dayanan doğru birtakım açıklamalar ile problem durumunun çözümüne yönelik ışık tutmaları beklenmektedir. Bunu yaparken öğrenenlerin, doğru sorgulamalar sonucunda, problem durumunun çözümüne yönelik bilimsel akıl yürütme süreçlerinden geçirmiş oldukları hipotezlerini, bilimsel yöntemler dâhilinde sınamaları sağlanmalıdır. Öğrenenlerin araştırma problemine yönelik hipotezlerini oluşturup test ederek doğrulamalarını ya da reddetmelerini içeren bu süreçte, bilimsel yöntemlerin bizzat öğrenenler tarafından kullanılması gerekmektedir (Green, Elliott ve Cummins, 2004). Bu sayede öğrenenin sorumluluğunda olan süreçte, öğrenenler doğru bilimsel açıklamalar aracılığı ile bilimsel yöntemlerden geçirdikleri çözüm yollarını problem durumlarına uygulama imkânı bulmaktadırlar. Bilimsel yöntem ve uygulamalar ile yürütülen böyle bir sorgulama sürecinde öğrenenler, hem bilimsel yöntemlere hem de bilimin içerik bilgisine yönelik bilgi edinme imkânı elde etmektedirler (Edelson ve diğerleri, 1999).

2.1.5. Sorgulama Temelli Öğrenmede Sınıf İklimi, Öğretmen ve Öğrenci Roller

Sorgulamaya dayalı fen öğretimi, bilimin doğasına yönelik elde edilen bilgilerin yanı sıra, sorgulamaya yönelik bir eğilim içerisinde bilimsel ilkeler, kavramlar, yasalar üzerinde düşünmeyi ve bunları anlamaya yönelik çaba içerisine girerek, gerekli becerilerin kazanılmasını ve bilime yönelik olumlu tutumların desteklenmesini sağlamalıdır (Chiappetta ve Adams, 2004). Bunları teşvik etmede öğrenme ortamını temsil eden sınıf iklimi, öğretmenler ve öğrenciler gibi süreç içerisinde rol oynayan pek çok önemli değişken vardır.

Sorgulama temelli öğrenmede; sorgulama, anlama, bilgi inşa etme, elde edilen bilgiyi değerlendirerek aktarma ve iletme gibi süreçlerin öğrenci yönlendirmeli bir öğrenme ortamı içerisinde gerçekleştirilmesi söz konusudur (Sheety ve Rademacher, 2015). Bu nedenle sorgulama temelli öğrenimin başarılı ve amaca uygun bir nitelikte gerçekleştirilebilmesi için öncelikle öğrenmenin gerçekleştirildiği sınıfların sorgulama temelli öğrenmeyi sürdürülebilir kılması için uygun ve elverişli şartlara sahip olması gereklidir. Böyle bir sınıf ikliminde; öğrencilerin çalışmalarına dair kanıtların, etkileşimli gruplara yönelik düzenlenmiş oturma düzeninin, bireysel ya da grup çalışmalarına yönelik öğrenme merkezlerinin, öğrenme sürecinde kullanılacak malzemeler ve araştırmaların depolanması için ayrılmış alanların, bilgilere ulaşmada kaynak çeşitliliğini arttırmaya yönelik bilgisayarların, çeşitli kitapların ve

dergilerin yer alması beklenmektedir (Llewellyn, 2002). Oluşturulan bu sınıf ikliminde öğrencilerin kendilerini güvende hissetmelerinin sağlanması da oldukça önemli bir detay olarak yer almaktadır (Sheety ve Rademacher, 2015).

Genellikle öğrenme ortamının gerçekleştirildiği sınıf iklimine ek olarak bu iklimin önemli dinamiklerini oluşturan öğrenci ve öğretmenlerin de bu öğrenme sürecinde birtakım rol ve sorumlulukları vardır. Öğretmenler, tüm öğrenme süreçlerinde öğrencilerin hedeflenen kazanımlara ulaşmalarını sağlamanın yanında, onların düşünen, sorgulayan, bilgi üreten, eleştirel düşünebilen, süreç becerilerini ve üst düzey düşünme becerilerini kullanabilen bireyler olmalarında da önemli roller üstlenmektedir. Osborne ve Freyberg (1985) özellikle fen bilgisi alanında, öğretmenlerin daha da geniş roller üstlenerek motive edici/teşvik edici, tanılayıcı/teşhis edici, rehber, yenilikçi, deneyci, araştırmacı gibi roller üstlendiğini belirtmektedir.

Öğretmenlerin konu içerik alanına yönelik bilgilerinin yanı sıra, öğrenme sürecinde yer alan tüm değişkenlere yönelik kişisel tutum ve eğilimleri de öğrenmeyi etkileyen faktörler arasında değerlendirilebilir. Öğretimde planlama, öğretim ve değerlendirme süreçleri üzerinde, öğretmen inançlarının büyük ölçüde etkili olduğuna dair geniş çapta araştırmalar mevcuttur (Keys ve Bryan, 2001). Öğretmenler, öğrencilerin kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alacaklarına, onların kendi araştırmalarını gerçekleştirebileceklerine dair yetenek ve becerilere sahip olduklarına inanarak, onları destekleyebilmelidir (Llewellyn, 2002). Genel olarak tüm disiplinlerde olduğu gibi fen eğitiminde de öğretmen, öğrenme süreci üzerinde büyük bir etkisi olan önemli bir değişken rolündedir. Güncel bilgilere sahip olan kaliteli öğretmenler, fen eğitim sistemleri için önemli bir temel teşkil etmektedir (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Fen eğitiminde kullanılan yöntemler değerlendirildiğinde öğretmenin üstlendiği roller, bu rollerin düzeyi ve gerektirdiği nitelikleri farklı farklı olsa da öğrenme sürecinde ayrılmaz bir parça olarak yer almaktadır.

Sorgulama temelli öğretimin başarıya ulaşmasında kilit bir rol oynayan öğretmenin, öğretimi başarıya ulaştırmada öncelikle sorgulama temelli öğrenmeyi desteklemesi, ardından birtakım düşünsel becerilere, konu alanına dair içerik bilgisine ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine dair bilgi sahibi olması gereklidir (Colburn, 2000). Sorgulama deneyimini amaçlı bir şekilde yerine getirmede birincil sorumluluğa sahip olan öğretmenler, sorgulama sürecinde müfredata yönelik hedeflerin yanı sıra, öğrencilerin ilgilerini ve bağımsızlıklarını da göz ardı etmeden dengeli bir sınıf iklimi oluşturabilmelidir (Wolk, 2008). Bu aşamada öğretmenler, öğrencilerin kavram yanılgılarının farkında olan; bir konunun öğretimine başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirerek yeni kavramların öğretilmesini bu ön bilgiler

temelinde ele almaya özen gösteren; ders boyunca öğrencilere eleştirel düşünme becerisi gerektirecek düşündürücü sorular sorarak fikir alışverişi yapmalarını sağlayan; öğrencilerin gelişimini süreç boyunca izleyen ve çeşitli şekillerde performanslarını değerlendiren; aynı zamanda öğrencilere de kendi gelişimlerini değerlendirme fırsatı sunan; öğrencilerin küçük gruplar halinde etkileşimli çalışmalarına yardımcı olan; sorgulama, merak gibi davranışları modelleyen; ara bulucu, öncü ve kolaylaştırıcı bir rol üstlenmektedir (Llewellyn, 2002). Sorgulama sürecinde öğretmenler, öğrenenleri soru sormaya teşvik ederek, onların kendi sorumluluklarında olan öğrenmelerini destekleyip sorgulama sürecini geliştirmelidirler (Coffman, 2012). Öğretmenler süreç içerisinde öğrenenlerin sorgulamalarını gerçekleştirmelerinde ihtiyaç duyacakları becerileri geliştirmelerinde, onlara öğretimsel destek sağlamalıdır (Wu ve Hsieh, 2006). Sorgulama temelli sınıfta öğretmen, sürecin yöneteninin öğrenciler olduğunu dikkate alarak hareket etmelidir (Colburn, 2000). Öğrenme ortamında çevrelerindeki olay ve olgulara ilişkin kendi sorularını ele alabilmeleri için öğrencilerin, bu doğal arayış süreçlerinin desteklenmesi oldukça önemlidir (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Harlen (2014) tarafından sorgulama yolu ile öğrenme fırsatı sağlamada öğretmenlerin göstermesi gereken davranışlardan bazıları,

- öğrencilerin ilk elden ya da ikinci elden kaynaklar aracılığı ile bilgi toplamalarını sağlama;
 - açık uçlu, akıl yürütmeyi gerektiren sorular yönelterek öğrencilerin cevaplarına ilgi gösteren bir tutum sergileme;
 - ileri sürülen açıklamaların mevcut kanıtlarla tutarlılığını belirlemek için öğrenenleri sorgulamaya yöneltme;
 - sistematik çalışmayı destekleyecek şekilde öğrenenlerin gözlemlerini ve diğer bilgilerini kaydetmelerini sağlama
- şeklinde ifade edilmiştir.

Aynı zamanda Colburn (2000)'de araştırmaların; öğretmenlerin, öğrencileri sorgulamaya ve düşünmeye yönelten *Ne yapmayı düşünüyorsun?, Eğer ... olursa ne olacağını düşünüyorsun?* gibi açık uçlu sorular aracılığı ile öğrencilerin fikirlerini olumlu ya da olumsuz anlamda eleştirmeden ve onlara zaman tanıyarak ifade etmelerini sağlayan, disiplinli bir sınıf iklimi oluşturan davranışları, sorgulama temelli öğrenmeyi destekleyen davranışlar olarak tanımladığını belirtmektedir. Benzer şekilde Leonard ve Penick (2009), sorgulama temelli öğrenme sürecinde, öğrencilere özgürce soru sorabilecekleri, iletişim kurabilecekleri, araştırma yapacakları güvenilir bir ortamın yanında çeşitliliklere, bireyselliğe ve düşünsel özgürlüğe yer veren bir sınıf iklimi sağlayan, onları sorgulamaya yönlendiren sorular ile meşgul eden, sorgulama yöntemlerini gerçekleştirmelerinin yanı sıra yaratıcı fikirler üretmeye

teşvik ederek onların fikirlerini dinleyen rehber konumundaki öğretmenin, sorgulama temelli bir öğrenme ortamındaki öğretmen niteliklerini ve davranışlarını temsil ettiğini belirtmiştir.

Sorgulama temelli öğrenmede öğretmene düşen rollerin yanı sıra, sürecin başarıya ulaşmasında öğrencilerden de beklenen pek çok rol ve sorumluluk vardır. Öğrenenlerin bilimin doğasını ve konu alanına yönelik içerik bilgisini kavraması ve bilimsel becerilerinin gelişimini sağlamaları, sorgulama temelli fen eğitiminin amaçlarındandır (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Sorgulama temelli öğrenme sınıfları, öğrencilere hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama, değişkenleri belirleyerek aralarındaki ilişkiyi analiz etme gibi bütünleştirilmiş süreç becerilerini kullanma imkânı sunarak, onlara bir araştırmacı gibi hareket etme imkânı vermektedir (Llewellyn, 2002).

Öğrenenler, doğal dünyada yer alan olay, olgu ve fenomenlere ilişkin açıklamalar oluşturmak için neden, nasıl gibi veri toplamayı gerektiren bilimsel yönelimli sorular ile ilgilenmektedirler (NRC, 2000). Sorgulama temelli öğrenmede; öğrenenler, bilimsel yönelimli sorular çerçevesinde araştırmalar gerçekleştirmek, sorulara yönelik açıklamalar sunmak için kanıtlar oluşturma, sorulara ilgili kanıtlar temelinde yanıtlar verme, açıklamalarını bilimsel dayanaklar ile ilişkilendirerek ilgili açıklamalarını aktarabilme gibi birtakım etkinliklerde bulunurlar (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Öğrenciler sorgulama temelli öğrenmede, açıklamalarını paylaşarak, açıklamalarına yönelik tutarsızlıklarını keşfetmenin yanında deneysel temellere dayandırarak sundukları argümanları daha da pekiştirme imkânına sahip olabilmektedirler (NRC, 2000). Böylece öğrenciler pasif bir şekilde konu içeriği ile ilgili bilgileri not almak yerine, bilimsel bir sürecin işleyişi içerisinde aktif olarak öğrenme sürecine katılmaktadırlar (Wood, 2003).

Araştırılabilir nitelikte soracakları soruları test etmek amacıyla neden sonuç ilişkisini göz önünde bulundurarak hipotez oluşturma; hipotezleri test etme sürecine yönelik veri toplamak için bir plan yapma; verileri topladıktan sonra elde edilen verileri organize hale getirerek analiz etme; araştırmaya yönelik ileri sürülen fikirleri ve araştırma sonuçlarını paylaşma; elde edilen çözüm yollarının sonuca ulaştırmadığı durumlarda ise yeni sorular ve ona bağlı hipotezler aracılığı ile çözüm yollarını tekrar işletip sonuca yönelik fikir birliğine varma gibi davranışlar, otantik bir sorgulama çerçevesinde ele alınan öğrenci davranışlarını tanımlamaktadır (Leonard ve Penick, 2009). Sorgulama temelli öğrenmede araştırılacak konu ile başlayan öğrenme sürecinde öğrenciler, konu ile ilgili sorularını oluşturduktan sonra, veri toplama aşamasına geçerek elde ettikleri verilerin sentezinden, sonuca ulaşmaya çalıştıkları bir işlem aşaması izlerler (Owens, Hester ve Teale, 2002). Bu bağlamda bireylere, kendi öğrenme sorumluluklarını alma imkânı veren sorgulama temelli öğrenme ortamları, aynı

zamanda öğrencilere gerçekçi materyaller de sunmaktadır (de Jong, 2006). Sorgulama temelli öğrenmede öğrenenler araştıracakları problem durumunu ve problemin sınırlarını belirlemenin yanı sıra, problemi çözmede kullanacakları teorik süreçleri tanımlayarak onlara uygun izleyecekleri deneysel süreçleri de belirlemektedirler (Green ve diğerleri, 2004). Bu bağlamda öğrenciler, öğrenme sürecinin gidişatında üretmiş oldukları çözüm önerileri ve fikirleri ile öğrenme sürecini yönlendirerek öğrenme sürecinin sorumluluğunu ve yönetimini üstlenmektedirler (Oliver, 2007).

2.1.6. Bilimsel Süreç Becerileri

Sorgulama temelli öğrenmede bir problemin tanımlanmasından çözümüne kadar geçen tüm süreç boyunca bilimsel yöntemi yansıtan aktiviteler, bilimsel süreç becerilerini ele alan ve geliştiren birincil kaynaklar olarak ortaya çıkmaktadır (Wilke ve Straits, 2005). Öğrenenler sorgulama temelli öğrenmede, özellikle fen eğitiminde deneysel uygulamalar kapsamında gerçekleştirilen birtakım sorgulama temelli etkinlikler aracılığı ile öğrenme sürecine dâhil olmaktadır. Sorgulama temelli bu etkinlikler ile öğrencilerin birtakım becerileri gerçekleştirdikleri ve geliştirdikleri söylenebilir.

Khan ve Iqbal (2011), sorgulama temelli öğrenmede, öğrenenlerin soru sorabilmeleri, bilimsel bir araştırma gerçekleştirme sürecinde sordukları soruları kullanabilmeleri, uygun bilimsel yöntemlerden faydalanabilmeleri, kendi açıklamalarını elde ettikleri kanıtlar kullanarak yapılandırabilmeleri ve elde ettikleri sonuçları bilimsel olarak iletebilmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Sorgulama temelli öğrenmede, yeni bilgi edinme sürecinde bilim insanlarının meşgul oldukları aktiviteler ve bunlar kapsamında pek çok düşünme becerisi ile meşgul olunmaktadır (Abdi, 2014). Bu süreçte öğrencilerin, gereken bilgileri edinmek için problemin çözümüne yönelik düşüncelerini ve gerekçelerini açıkladıkları, tahminlerde bulunarak hipotez kurdukları, hipotezlerini test ettikleri bu sırada sonuca etki eden faktörleri belirleyerek değişkenleri tanıyıp manipüle edebildikleri, sonuçlara ulaştıkları, sonuçlardan çıkarımlara vardıkları ve sonuçlarını paylaştıkları bir süreç deneyimledikleri söylenebilir.

Aynı zamanda öğrenenler; problemin sonucuna ulaşmada, çözüme yönelik getirdikleri açıklamaları bilimsel dayanaklar ile desteklerken, gözlem, çıkarımda bulunma, sınıflandırma, ölçme, uzay-zaman ilişkileri kurma, tahminde bulunma, hipotez oluşturma, deney yapma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme gibi birçok sorgulama becerisini de işe koşturmaktadırlar (Orlich, Harder, Callahan, Trevisan ve Brown, 2004). Böylece öğrencilerin süreç içerisinde, ele aldıkları problem durumuna dair çözüm bulmada sorgulama yapmanın yanında birçok beceriyi de uygulamaya koydukları ifade edilebilir. Bu nedenle sorgulama sürecinin, öğrenenlerin farklı düzeylerde düşüncelerini ve beceriler sergilemelerini gerektirdiği

söylenebilir. Sorgulama sürecinde öğrenenler kendi sorumluklarında bilimsel bir bilgi tabanı oluştururken, problem durumlarına ve olaylara farklı perspektiflerden bakarak bilim insanlarının çalışma prensiplerini içselleştirmeye yönelik bilimsel becerileri kapsayan bir kavrayışa ulaşmaktadırlar (Kubicek, 2005).

Fen eğitiminin temelinde yaşam boyu öğrenen olma yolunda öğrenenlerin sorgulamalarına, araştırmalarına ve bilgilerini bilimsel temellere dayandırarak yapılandırmalarına imkân veren bir yapı olmalıdır. Bu da ezberci anlayıştan uzak, araştıran, sorgulayan, neden-sonuç ilişkisi kurabilen, analiz sentez becerisine sahip, üretmeyi esas alan bireyler yetiştirmeyi temele alan bir yaklaşım gerektirmektedir. Bunun için bireyler, öğrenme süreci içerisinde edindikleri bilgileri doğrudan almamalı ve tek bir bilgi kaynağından yararlanmamalıdır. Bunun yerine, öğrenenlerin bilgiye çeşitli kaynaklardan ulaşmaları, elde ettikleri bilgileri bilimsel bir anlayış çerçevesinde araştırmaları, sorgulamaları ve onların doğruluğunu test etmeleri gerekmektedir. Daha sonra ilgili bilgiyi kendi bilgi şemalarında önceden var olan yapılarla da ilişkilendirerek doğru bir şekilde anlamlandırmalıdır. Bu anlayışı oluşturmada sorgulama temelli öğrenme sürecinde kullanılacak olan bilimsel süreç becerilerinin önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Sorgulama temelli öğrenme, bilimsel yöntemlerin açıkça kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır (Green ve diğerleri, 2004). Sorgulama temelli öğrenme sürecinde, öğrenenler sadece sorgulama yapmakla kalmayıp, fikirlerini ve kavramlarını çeşitli bilimsel süreçlerden geçirerek oluşturmaktadırlar. Bu süreçte öğrenenler kendi içinde bulundukları etkinliklerde hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama, hipotez sınama ve sonuçlara ulaşma gibi süreçlerden geçerek bilimsel bir araştırmanın tüm basamaklarını deneyimlemektedirler (Keselman, 2003). Bu durum onların bir bilim insanı gibi çalışıp, hem ilgili disipline ilişkin bilgi içeriğini edinmelerine hem de fikirlerini bilimsel temellere dayandırarak bilimsel süreçler dâhilinde doğru ve kalıcı bir şekilde yapılandırmalarına yardımcı olmaktadır. Bu anlamda fen eğitimi alan yazınının odak noktalarından olan bilimsel süreç becerileri, bilim insanlarının problem çözme sürecinde kullandıkları beceriler arasında yer almaktadır (Yeany, Yap ve Padilla, 1986). Alan yazında bilimsel süreç becerileri çeşitli şekillerde tanımlanmıştır.

Öncelikle süreç becerileri Tobin ve Capie (1980)'ye göre farklı problem durumuna transfer edilebilecek konumda olan özel bir düşünme biçimi olarak ifade edilmektedir.

Balfakih (2010), bilimsel süreç becerilerini, öğrenenlerin elde ettikleri bilgileri yapılandırmaları sürecinde ihtiyaç duydukları beceriler şeklinde ifade etmiştir.

Sukarno, Permanasari ve Hamidah (2013) ise bilimsel süreç becerilerini, bilim insanlarının bilimsel araştırma ve keşif süreçlerinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalar içerisinde sahip olmaları gerekli olan beceriler olarak ifade etmektedir.

Bilimsel süreç becerilerini uygulamaya konulan etkinlik olarak ele alan Abungu, Okere ve Wachanga (2014) ise bilimsel süreç becerilerini öğrenenlerin bilimsel araştırma yapma sürecinde bilimsel bilgi içeriğini ve bilimsel becerileri edinmeleri için, uygulamada bulundukları aktiviteler şeklinde tanımlamıştır.

Pedaste ve Sarapuu (2006), sorgulama sürecinin, bilimsel süreç becerilerini gerektirdiğini belirtmektedir. Bu açıdan bakıldığında bilhassa sorgulama temelli aktiviteler çerçevesinde değerlendirildiğinde, ele alınan problem durumunun çözümüne doğru işleyen süreçte, öğrenenlerin, öğrenme çıktılarına ulaşmalarında bilimsel süreç becerilerini kullanmaları önemli bir gerekliliktir. Bu sayede öğrenenler, edinmeleri hedeflenen bilgi içeriklerini ve kazanımları doğrudan almak yerine onları bizzat deneyimleyerek, sorgulayarak aralarında bağlantı kurarak ve içeriklerini muhakeme ederek yapılandırma fırsatı edinmektedirler. Bilimsel etkinlikler dâhilinde edinilip geliştirilebilen bilimsel süreç becerilerini kullanmak, problem çözme sürecinde ve günlük hayatta gerekli olan bilgiyi, kullanma ve transfer edebilme durumlarının önemli bir göstergesidir (Jack, 2013). Bu bağlamda bilimsel yöntemlerin etkililiği ile gerçekleştirilen aktiviteler boyunca bilimsel süreç becerilerinin, bilgi içeriğinin anlamlı ve kalıcı bir şekilde yapılandırılmasını sağladığı söylenebilir. Aynı zamanda öğrenenler bilimsel süreç becerilerini aktif olarak kullandıklarından bilimsel düşünme, yöntem ve akıl yürütme süreçleri hakkında da bilgi sahibi olmaktadır. Böylece öğrenenler, karşılarına çıkan problem durumlarına daha geniş bir perspektiften bilimsel bir yaklaşımla bakarak, öğrendiklerini, çözüme yönelik düzenleyebilmekte ve günlük hayata yönelik gerçekçi problem durumlarına aktarabilmektedirler.

2.1.7. Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması

Bilimsel süreç becerileri genel olarak *temel bilimsel süreç becerileri* ve *bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri* olmak üzere iki basamak altında incelenmektedir (Beaumont-Walters ve Soyibo, 2001; Chiappetta, Koballa ve Collette, 1998; Kruea-In, Kruea-In ve Fakcharoenphol, 2015; Saat, 2004; Turiman, Omar, Daud ve Osman, 2012).

2.1.7.1. Temel Bilimsel Süreç Becerileri

Temel bilimsel süreç becerileri, ileri düzeyde problem çözme becerilerinin esasını oluştururken, bütünleştirilmiş süreç becerileri ise problem çözmede direkt kullanılan iki ya da

daha fazla sayıda temel süreç becerisinin bileşimini gerektirmektedir (Nworgu ve Otum, 2013). Temel süreç becerileri genel olarak;

- gözlem yapma,
- sınıflandırma,
- iletişim kurma,
- çıkarım yapma
- ölçme ve
- tahminde bulunma,

becerilerinden oluşmaktadır (Martin, 2003; Monhardt ve Monhardt, 2006).

2.1.7.1.1. Gözlem Yapma

Hemen hemen tüm bilimsel etkinliklerin başlangıç noktası olarak kabul edilebilecek gözlem yapma becerisi, en temel süreç becerilerinden bir tanesidir (Ango, 2002). Bilgi edinme sürecinde en birincil veri toplama yollarından biri olan gözlem yapma esnasında, duyu organları aracılığı ile bilgi edinmek istenen durum, nesne ve olaylara ilişkin gözlem yoluyla veriler toplanmaktadır (Abruscato, 2001; Abungu ve diğerleri, 2014; Monhardt ve Monhardt, 2006; Morrison ve Lederman, 2003). Gündelik yaşamla ilgili temel düzeyde yaptığımız gözlemler birtakım sorgulamalara neden olurken, daha detaylı olarak yapılan ve organize edilmiş gözlemler ise araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır (Abruscato, 2001).

Gözlem yapma becerisi özellikle deney yaparken kullanılan en temel beceriler arasında gelmektedir (Turiman ve diğerleri, 2012). Gözlem, nesnelerin boyutlarına, şekillerine, özelliklerine ve etkileşimlerine yönelik özelliklerin fark edilmesini sağlayarak, nesneler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların tanımlanmasına olanak sağlayıp sınıflandırma, iletişim kurma gibi diğer becerileri gerektiren keşiflere yol açmaktadır (Peters ve Stout, 2006). Bu anlamda gözlem yapma becerisi, gözlem sırasında gözlenen öğenin özelliklerinin ve kendisinin pek çok yönden incelenmesini gerektirdiği için de pek çok bilişsel aktiviteyi devreye sokmakta ve diğer süreç becerilerinin kullanımını başlatan itici bir güç olmaktadır (Abungu ve diğerleri, 2014). Böylece bilimsel süreç becerilerinin başında gelen gözlem yapma becerisi, araştırma sürecinde daha derin bilgi elde etmenin yolunu açarak diğer araştırmalara ve daha derin bilgi içeriklerine ulaşmada ön basamak olmaktadır.

2.1.7.1.2. Sınıflandırma

Sınıflandırma becerisi, nesnelerin ve olayların belli ortak özelliklerine göre kategorileştirilmesi işlemini temsil etmektedir (Monhardt ve Monhardt, 2006). Sınıflandırma,

bu anlamda renk, boyut, şekil gibi özellikleri kullanarak nesneler ve olaylar topluluğunun düzene sokulmasını sağlamaktadır (Peters ve Stout, 2006). Sınıflandırma işlemi sonrası oluşan şemalar; nesnelere ve olaylara ilişkin tanımları, benzerlikleri, farklılıkları ve karşılıklı bağlantıları temsil etmektedir (Abruscato, 2001). Böylece sınıflandırma becerisi öğrenenlerin edindikleri kavramları organize ederek bilimsel fikirleri kavramsallaştırmalarına, bu sayede sağlam bir kavramsal yapıya ulaşmalarına yardımcı olmaktadır (Ango, 2002). Gözlem becerisi ile yakından bağlantılı olan sınıflandırma becerisine yönelik, öğretmenler öğrencilerin gözlemledikleri nesneleri, olayları ve durumları belirli özelliklerine göre ve belirli bir düzen içerisinde gruplandırarak sınıflandırmaya teşvik edebilmektedir (Martin, Sexton ve Gerlovich, 2001).

2.1.7.1.3. İletişim Kurma

İletişim genel anlamda iki yönlü olduğu için bir şeyleri anlamanın yanı sıra onu başkaları içinde anlaşılabilir kılmayı da gerektirmektedir (Harlen, 2000). Bilgi içeriklerinin grafik, şekil, sembol ve sözcükler ile ifade edilmesi sürecini içeren iletişim kurma becerisi, elde edilen verilerin ve bilgilerin anlaşılır bir şekilde aktarılabilmesini gerektirmektedir (Monhardt ve Monhardt, 2006). 21. yüzyıl becerilerinin önemli bir yanını oluşturan iletişim kurma becerisi, bir olayı ya da durumu açıklayabilmek ve aktarabilmek adına onu sözcükler, grafikler ya da semboller ile ifade etme şeklidir (Turiman ve diğerleri, 2012). Fikirlerin ve bulguların, resimler, diyagramlar, grafikler, formüller, tablolar, şekiller ve kelimeler aracılığı ile farkındalık yaratmak, bilgi vermek, öğrenme ve diğer amaçlar için iletilmesi durumunu içeren iletişim kurma becerisi, bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçların paylaşılması açısından önemli bir noktada bulunmaktadır (Ango, 2002). Bu beceri dâhilinde öğrenenler yaptıkları araştırmalar neticesinde gözlemledikleri durumları, topladıkları verileri ve ulaştıkları sonuçları çeşitli ifade ve gösterim şekilleri kullanarak başkalarına aktararak, iletişimde bulunmanın yolunu belirlerler (Ash, 1999).

Bilimin gelişmesinde ve ilerlemesinde elde edilen fikirlerin tartışılması ve paylaşılması oldukça önemlidir (Holt ve Kysilka, 2006). Bu nedenle iletişim kurma becerisi tüm bilimsel çalışmalar için önemli bir anlam ve esas teşkil etmektedir (Abruscato, 2001). Bu nedenle, öğrencilerin olay ve durumları kendi fikirleri ile açıklamalarını sağlayarak bunları çeşitli veriler, grafikler ve semboller yolu ile ifade etmeleri yönünde teşvik etmek, sınıflandırma becerilerinin öğretmenler tarafından geliştirilmesi için oldukça önemlidir (Martin ve diğerleri, 2001).

2.1.7.1.4. Çıkarım Yapma

Çıkarım yapma; elde edilen verilerin, günlük yaşamda işlevsel olarak uygulamalarda yer alabilmesinde ve daha geniş bilgilere ulaşmada yol gösterici olmasında rol oynamaktadır (Ango, 2002). Çıkarımda bulunma, uygun bilgilere dayalı olarak gözlemlediklerimize yönelik açıklama yapmamızı ve yorumda bulunmamızı içermektedir (Peters ve Stout, 2006). Çıkarımda bulunma, duyular aracılığı ile deneyimlenen gözlemler neticesinde ulaşılan sonuçlara, mantıksal yollar ile getirilen açıklamalar olarak nitelendirilebilir (Abruscato, 2001). Çıkarımlar, genellikle geçmiş deneyimlere dayalı olup zaten gerçekleşmiş olanlara ilişkin açıklamaları içermektedir (Carin ve Bass, 2001). Çıkarımda bulunma becerisi; kanıtlar aracılığı ile gözlenen olay ve nesnelere ilişkin çıkarımda bulunulmasını ifade ederek, gözlem ile arasındaki farkı ortaya koymaktadır (Monhardt ve Monhardt, 2006). Bu yönüyle çıkarımda bulunmanın, yapılan gözlemlerin nedenlerine ilişkin sonuçları ele almayı içerdiği söylenebilir (Martin ve diğerleri, 2001).

2.1.7.1.5. Ölçme

Bilimsel araştırmalarda problem durumlarına yönelik bulunan çözüm yollarının işlerliğini kontrol etmede, buna dayanarak ihtiyaç halinde daha etkili çözüm yolları bulma yolunda alınan geri bildirimin temel yollarından biri, ölçüm yapmadır (Ango, 2002). Ölçme işlemleri sırasında örneğin; bir uzunluğu ölçmede metre gibi standart olan ölçüm araçları kullanılabileceği gibi; ataçlar, teller gibi arka arkaya sıralanarak uzunluğun belirlenebileceği standart olmayan ölçme birimleri de kullanılabilir (Peters ve Stout, 2006). Ölçme işleminde bulunmak, yapılan gözlemlere, sınıflandırma için elde edilecek kategorileştirme işlemlerine ve sonuçların çeşitli açılardan iletilmesi süreçlerine hassasiyet katmaktadır (Monhardt ve Monhardt, 2006). Ölçme becerisi, ölçüm aletlerini uygun ve doğru bir şekilde kullanarak doğru bir ölçüm alabilmeyi gerektirmektedir (Abruscato, 2001). Ölçme becerisi bu anlamda gözlem, sınıflandırma ve iletişim becerilerine hassasiyet katan bir beceri olarak ele alınabilir (Martin ve diğerleri, 2001).

2.1.7.1.6. Tahminde Bulunma

Tahminler; olaylara, olgulara ve durumlara yönelik gözlemlere, ölçümlere ve çıkarımlara dayalı olarak oluşturulmaktadır (Abruscato, 2001). Tahmin, eldeki verilerden çıkarımlara dayanarak gelecekteki bir duruma yönelik öngöründe bulunmayı içermektedir (Peters ve Stout, 2006).

Bu anlamda tahminde bulunma, elde edilen verilere dayalı olarak mümkün olan sonuçları öngörme işlemi olarak tanımlanabilmektedir (Carin ve Bass, 2001). Tahminde

bulunulacak olana ilişkin sahip olunan bilgi miktarı ne kadar fazla ise tahminlerin doğru olma olasılıkları da o kadar yüksek olmaktadır (Monhardt ve Monhardt, 2006). Tahminde bulunma becerisi, belirli bir amaca yönelik geçmiş deneyim ve bilgiler üzerinden kanıt toplanmasını gerektiren ve kurulan bir hipotezin doğru olup olmadığını belirleme sürecinin merkezinde bulunan bir beceridir (Ash, 1999). Tahminde bulunma becerisi özellikle hassasiyet gerektirmeyen hızlı gözlem süreçlerinde kullanımda yarar sağlayan ve muhakeme kurma yeteneği gerektiren bir beceridir (Martin ve diğerleri, 2001).

2.1.7.2. Bütünleştirilmiş Bilimsel Süreç Becerileri

Temel süreç becerilerinin tamamı kendi içinde bir bütün olmasının yanında, bütünleştirilmiş süreç becerilerini gerçekleştirmeye yönelik bir alt yapı niteliği taşımaktadır. Bütünleştirilmiş süreç becerileri, temel bilimsel süreç becerilerini kapsayarak onların üzerine inşa edilmektedir (Rauf, Rasul, Mansor, Othman ve Lyndon, 2013; Turiman ve diğerleri, 2012). Bütünleştirilmiş süreç becerileri, üst düzey becerileri kullanmayı içermektedir (Martin ve diğerleri, 2001).

Bu bağlamda bütünleştirilmiş süreç becerileri genel olarak;

- değişkenleri kontrol etme,
- hipotez kurma,
- işlevsel tanım yapma,
- veri yorumlama,
- deney yapma ve
- model oluşturma

becerilerini içermektedir (Chabalengula, Mumba ve Mbewe, 2012; Chiappetta ve diğerleri, 1998; Martin, 2003; Prayitno, Corebima, Susilo, Zubaidah ve Ramli, 2017).

2.1.7.2.1. Değişkenleri Kontrol Etme

Değişkenleri kontrol etme, bir deney sürecinde hangi durumların ya da koşulların farklılık yarattığını belirlemede bazı durumların kontrol altına alınmasını içermektedir (Peters ve Stout, 2006). Araştırma süresince araştırmada yer alan, nicel ve nitel değişkenleri yönetilebilme becerisi ile ifade edilen değişkenleri kontrol etme becerisi, araştırmadan elde edilecek sonuçlar adına önemli bir faktördür (Abruscato, 2001). Değişkenleri tanımlayarak kontrol etmenin esas sebebi; bireylere etki ettiği düşünülen faktörün, gerçekten o etkiye sebep olmada etkili olup olmadığını anlamak için değişkenler arasında kurulan sebep sonuç ilişkisini test etme imkânı vermesidir (Martin, 2003).

2.1.7.2.2. Hipotez Kurma

Hipotezler, test edilmek istenen çıkarımlar şeklinde tanımlanabilmektedir (Peters ve Stout, 2006). Temelde belirli bir bağlam içerisinde açıklanan bir fikrin, düşüncenin yeni bir duruma entegre edilmesini yani uygulanmasını içerdiğinden hipotez, uygulama kavramı ile yakından ilişkilidir (Harlen, 2000). Genellikle bireylerin *eğer öyleyse* tarzında ifade ettikleri ve *bunu yaparsam, bunun olacağına inanıyorum* tarzında ortaya koydukları durumlar bir hipotezin tanımlanma şeklini ifade eder (Peters ve Stout, 2006).

İlgili konuya ilişkin yapılan gözlemler neticesinde ortaya konan çıkarımlara bağlı olarak kurulan hipotezler, genellikle çıkarımların genelleştirilmiş bir hali olabilmektedir (Abruscato, 2001). Hipotez ve tahmin birbirinden ayrı olup; hipotezde birbirine etki eden değişkenlerden birinde, değişikliğe gidilmesi durumu sorgulanırken, tahminde bulunmada ise bir şey yapılması durumunda olacaklar sorgulanmaktadır (Martin, 2003).

2.1.7.2.3. İşlevsel Tanım Yapma

İşlevsel tanım yapma becerisi, bilimsel araştırmalarda kesinlik ve tutarlılık sağlama amacıyla bir değişkenin herkes tarafından aynı şekilde anlaşılması amacı ile tanımlanmasıdır (Martin, 2003). İşlevsel tanım yapma, bir kelimenin başka kelimeler ile ifade edilmesinden ziyade bir eylem ile tarif edilmesini içermektedir (Peters ve Stout, 2006). İşlevsel tanım yapma sürecinde konu ile ilgili terimler kendi bağlamsal çerçevelerinde ve içeriklerinde tanımlanmaktadır (Abruscato, 2001).

2.1.7.2.4. Verileri Yorumlama

Verileri yorumlama becerisi, bilimsel araştırmalardan elde edilen verilerin anlamlı ve işlevsel kılınmasında önemli olan belirleyici becerilerden biridir (Ango, 2002). Verileri yorumlama becerisi bir araştırmaya yönelik yapılan tahminleri, çıkarımları ve kurulan hipotezleri kapsayan bir süreç olup gözlem yapma, sınıflandırma ve ölçme gibi temel süreç becerilerine sahip olunmasını gerektiren bir beceridir (Abruscato, 2001). Verileri yorumlamada tablolarda veya grafiklerde sunulan verilerden açıklamalara, çıkarımlara ya da hipotezlere varılabilmektedir (Chiappetta ve diğerleri, 1998).

2.1.7.2.5. Deney Yapma

Genellikle temel süreç becerileri ile başlayan ve bütünleştirilmiş süreç becerilerinin kullanımını da gerektiren deney yapma becerisi, hem temel hem bütünleştirilmiş süreç becerilerinin tamamını kapsamaktadır (Abruscato, 2001). Bir şeyler yapmak için birtakım olay ve durumları değiştirerek, değişim koşullarını keşfetmeyi sağlayan ve sorgulama öğretiminin

özünü oluşturan deney yapma, diğer süreç becerilerinin kullanılmasını da gerektirmektedir (Peters ve Stout, 2006). Hipotez kurma ve deney yapma birbirinden farklı olduğu gibi, hipotez kurarken bir değişkenin diğer değişkenler üzerine olan etkisinin herhangi bir uygulamada bulunulmayarak sadece varsayılması; deney yapma sürecinde ise deneysel bir uygulama yapılarak etkilerin test edilmesi; deney yapma ve hipotez kurma becerisi arasındaki en temel farklardan birini oluşturmaktadır (Martin, 2003).

2.1.7.2.6. Model Oluşturma

Modeller, kolaylıkla görülemeyen olay ve olguların somut ve görsel olarak temsil edilmesinde kullanılan oldukça güçlü araçlardır (Martin, 2003). Bu açıklamadan anlaşılacağı üzere; model oluşturma elde edilen verilere ilişkin ortaya daha kapsayıcı bütüncül bir özet şema koyma işlemi olduğu söylenebilir. Bu anlamda bu becerinin, bireyin ele alınan olay ya da durumla ilgili kapsayıcı ve geniş bir bilgi ve kavram içeriğine sahip olmasını, aynı zamanda elde ettiği veriler arasında ilişki kurabiliyor olmasını gerektirdiği ifade edilebilir.

2.1.8. Bilimsel Süreç Becerilerinin Gerekliliği ve Önemi

Bilimsel süreç becerileri, sadece öğrenenlerin çevrelerindeki dünyayı tanımlamaları ve anlamlandırmalarında değil, aynı zamanda onların çeşitli disiplin alanlarında yer alan öğrenme içeriklerini yapılandırmalarında da rol oynamaktadır. Bilimsel süreç becerilerinin, ele aldığı süreçler açısından düşünüldüğünde, diğer disiplinlerin yanı sıra günlük hayat ile ilişkili bilimsel bilgi içeriklerinin ve uygulamaların daha merkezi rol oynadığı fen bilimleri alanında da önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir. Bu anlamda süreç becerilerinin, hem fen disiplinine hem de diğer disiplin alanlarına aktarılabilir olması ve o alanlarda da kullanılabilir olması, onun genelliğini yansıtırken, aynı zamanda geliştirilmesi gerektiğinin de önemli sebeplerinden biri olarak değerlendirilebilir (Tobin ve Capie, 1980). Bu nedenle bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde, öncelikle bu becerilerin öğrenilerek aktif bir şekilde uygulanması gerekliliği düşünülmektedir. Tobin ve Capie (1982) süreç becerilerinin öğrenilmesinin, fen müfredatının her kademesi için oldukça önemli bir konumda olduğunu ifade etmektedir. Fen bilimlerinde bilimsel temellere dayanan bilgilerin ve bunların uygulamalarının esas alındığı düşünüldüğünde, hem bilimin doğasının anlaşılması hem de bilgi içeriklerinin bilimsel temeller dâhilinde yapılandırılması için süreç becerilerinin önemli bir boyut teşkil ettiği söylenebilir. Bu nedenle öğrenme süreçlerinde, öğrenenlerin bilimsel süreç becerilerini kullanmalarına ve geliştirmelerine imkân veren öğrenme ortamları sağlanmalıdır.

Bireylerin çoğu kez sınırlı kaynaklardan saf bilgiyi aynı bakış açısı ile doğrudan aldıkları, not ettikleri ve dinledikleri geleneksel öğrenme ortamlarının, bireylerin bilimsel yöntem ve süreçleri anlamalarında, aynı zamanda bilgiyi bilimsel dayanaklar dâhilinde bizzat deneyimleyerek yapılandırmalarında yetersiz kaldığı söylenebilir. Bu nedenle öğrenme sürecinde öğrenenlerin bireyselliğini dikkate alan, farklı perspektiflerden ele aldıkları bilgiyi bilimsel süreçler ile yapılandırmalarına imkân veren öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Bu öğrenme ortamlarını sağlamada sorgulama temelli öğrenmenin oldukça geniş bir öğrenme alanı ve içeriği sunduğu söylenebilir. Özellikle sorgulama sürecinde gözlem yapma, soru sorma, araştırma, tartışma, hipotez üretme, tahminde bulunma, hipotezleri test etme ve teori ve kavramsal modeller oluşturma söz konusu olduğundan tüm bu bilimsel süreç becerilerini geliştirmek, eksiksiz kavramsal öğrenmeyi sağlamak adına da oldukça önemlidir (NRC, 1996).

Sorgulama temelli öğrenmede öğrenenlerin öğrenme sürecine dâhil olmalarını tetikleyecek bir problem durumu söz konusudur (Sheety ve Rademacher, 2015). Sorgulama temelli öğrenmede öğrenenlerin, öğrenmeleri hedeflenen konu içeriğini, bir problem durumuna çözüm bulmayı içeren senaryolar dâhilinde edinmeleri hedeflenir. Problem durumunu tanımlama sürecinden çözüm bulma aşamasına kadar, öğrenenler bilimsel süreç becerileri açısından hem zihinsel hem de devinimsel olarak aktif olmaları gereken bir süreçten geçmektedirler. Öğrenenlere sunulan problem durumları, onları çözüm bulmaya yönelten bir etkinlik içerisine sokmaktadır. Sorgulama temelli öğrenmede problemin çözümüne yönelik geçen araştırma sürecinde öğrenenler kendilerini farklı düzeylerde aktif kılacak uygulamalı etkinliklerle meşgul olmaktadır. Bu farklı düzeylerdeki etkinliklerde, öğrencilerin çeşitli bilimsel süreç becerileri deneyimledikleri söylenebilir.

Bu uygulamalı aktivitelerde otantik öğrenme durumları sunmada kullanılan etkinlik içeriklerinin yanı sıra, öğrencilere süreç içerisinde kullanmaları için sunulan gerçekçi materyallerin de bilimsel süreç becerilerini kullanmada ve geliştirmede büyük öneme sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle öğrenenlerin problem çözme ile meşgul oldukları etkinlik durumları içinde, birtakım yaklaşımları kullanarak deneye dayanan uygulamalı aktivitelerde bulunmaları sağlanarak, gerçekçi malzemeler ile deneyim kazanmalarına yardımcı olunmalıdır (Abungu ve diğerleri, 2014). Öğrenenlerin konu ile ilgili uygun malzemelerin olduğu bir öğrenme ortamında süreç becerilerini kullanmaları, onların bilimsel kavramlarını geliştirmelerine büyük ölçüde destek olmaktadır (Tobin ve Capie, 1980). Bir problem durumuna etki eden ve onu somutlaştıran materyallerin neler olduğunun ve ne işe yaradığının bilinmesinin, problem durumunu anlama ve çözüme ulaştırma sürecindeki bilgi

yapılanmasında önemli faktörler arasında olduğu söylenebilir. Gerçek ya da gerçeğe yakın malzemeler ile deneyim kazandıkları etkinliklerin yer aldığı öğrenme ortamlarında öğrenenler, konu içeriğine yönelik malzemeleri yakından tanıyarak, onların bilimsel çalışma prensiplerini deneyimleme imkânına sahip olmaktadır. Böylece öğrencilerin materyallerin işleyişi ile deneysel sürecin işleyişini birbirine entegre ettikleri bir uygulama alanı oluşturdukları söylenebilir. Uygun materyaller ile gerçekleştirilen deneysel bir uygulama alanında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini deneyimleyebilmeleri ve geliştirebilmeleri, etkinliklerin içerisinde bir bilim insanının geçtiği süreçlerden geçerek, bilimsel yöntemi kullanabilmelerini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin, bilimsel yöntemler ile çalışabilecekleri bir ortamda, doğru ve bilimsel sonuçlara ulaşabilmelerini sağlayacak gerçek ya da gerçeğe yakın malzeme ve materyaller ile deneyim kazanmaları gerekmektedir. Bu durumda öğrencilerin işleyişini bildikleri malzemeleri, deneysel uygulamalara, doğru bir şekilde entegre etmelerinin, onlara bilimsel süreç becerilerini de daha iyi bir şekilde geliştirerek ifade etmelerini sağlama imkanı sunacağı söylenebilir.

Öğrenenler bilimsel süreç becerilerini kullanıp geliştirdikleri bu süreçlerde aynı zamanda, kendi kavramsal yapılarını sorgulattırarak ve doğru ya da hatalı olduğunu farkettirecek durumlar içerisinde de yer almaktadırlar. Geleneksel öğrenme yönteminde öğrencilere dersin girişinde gerekli kavram ve ilkeler hazır olarak sunulmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin kavramsal yapılarının işlerliği, hatalı kavramları ve ön kavramları göz ardı edilmektedir. Önemli olanın içeriği ezberlemek ve edinmek olduğu düşünüldüğünde böyle bir öğrenme sürecinde öğrenciler kendi kavramsal yapılarının durumu hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadıkları için bu kavramları değiştirecek ya da geliştirecek birtakım etkinlikler dâhilinde de bulunma imkânına çok fazla sahip olmamaktadırlar. Sorgulama temelli öğrenmede, öğrenenlerin aktif olduğu öğrenme sürecinde kendi deneyimleri ile kavramlara ulaştıkları düşünüldüğünde ise, öğrenciler kendi kavramlarının doğru ya da hatalı olduğunu kendi deneyimleri sonucunda tecrübe etmektedirler. Bu nedenle kendi kavramsal değişimlerinin ya da gelişimlerinin sağlanmasında bu durum, onlar için gerçekçi bir gereklilik oluşturmaktadır.

Özellikle öğrenme sürecinde aktif olarak yer alan öğrenenler, bu süreç içerisinde gerçekleştirmiş oldukları bilimsel araştırmalar süresince bilgiye ulaşan ve bilgiyi aktif olarak yapılandıran konumundadırlar. Öğrenenin aktif olduğu ve bilgiyi kendisinin yapılandırmasının beklendiği öğrenme süreçlerinde ilgili konuya yönelik kavramlar, ilkeler ve genellemeler öğrenenlere açık olarak sunulmamaktadır. Öğrenenlerin kavram, ilke ve genellemelere kendilerinin ulaşmaya çabaladıkları bu süreçte, onların daha üst düzey düşünme

süreçlerinden geçmeleri ve bilimsel süreç becerilerini kullanmaları beklenmektedir. Bu açıdan bakıldığında; bilimsel süreç becerileri, bilimin çıktıları olarak değerlendirilebilecek kavramlara ilkelere, yasalara ve teorilere ulaşma yolunda başvurulacak beceriler olarak değerlendirilmektedir (Prayitno ve diğerleri, 2017). Bu nedenle öğrenenlerin, fen eğitimi sürecinde konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde kazanmalarını sağlamada bilimsel süreç becerilerine önemli bir pay düşmektedir (Sukarno ve diğerleri, 2013). Bilimsel süreç becerileri; bilimsel araştırma yapmada, entelektüel birtakım becerilerin kazanılması ve geliştirilmesinde aynı zamanda kavramsal yapılanmayı sağlamada da temelde yer alan gerekliliklerdendir (Jack, 2013). Bilimsel içeriği edinmede hem formal hem de formal olmayan öğrenme süreçlerinde önemli bir rol oynayan bilimsel süreç becerileri, öğrenenlerin ilgili içeriğe yönelik daha derin bir kavramsal anlayışa ulaşmalarına yardımcı olmaktadır (Keil, Haney ve Zoffel, 2009). Bu bağlamda bilimsel süreç becerileri fene ilişkin kavramların anlamlandırılması ve yapılandırılması sürecinde oldukça önem arz etmektedir (Balfakih, 2010). Kavramsal yapılanma ve gelişim, bilimsel süreç becerilerine bağlı olmakla beraber, kavramların zorlaşması ve karmaşıklaşması ile birlikte bilimsel süreç becerilerinin de geliştirilmesi ve daha da kapsayıcı hale gelmesi gerekmektedir (Ongowo ve Indoshi, 2013).

Özetle, öğrenenlerin soru sormalarına, gözlem yapmalarına, çıkarımlar oluşturmalarına, hipotezler kurmalarına, deney yapmalarına ve sorunları çözmelerine yardımcı olan bilimsel süreç becerilerinin kazanılması ve kullanılması, öğrenenlerin öğrenme sürecine rehberlik ettiği gibi günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmelerinde ve bilimi anlamaları konusunda da öğrencileri donatabilmektedir (Chiappetta, 1997).

2.1.9. Kavramsal Anlama

Uzun yıllar boyunca öğrenenlerin öğrenme ortamlarına boş bir zihinle geldiklerini kabul eden görüşün aksine, bireylerin artık öğrenme ortamlarına gelmeden önce ve öğrenme ortamlarında bulundukları sürece kendi doğal çevrelerini anlamlandırmak adına karmaşık bir takım düşünceler ve teoriler geliştirdikleri açıktır (Mintzes, 1984). Öğrenenlerin öğrenme ortamlarına geldiklerinde bu düşünce ve teorilerin yanı sıra, çevrelerindeki olayları, durumları ve nesneleri adlandırabilmek ve tanımlayabilmek adına bazı kavramlara ve kavramsal yapılara da sahip oldukları söylenebilir. Öğrenenlerin sahip oldukları bu kavramlar, farklı şekillerde doğal dünyayı anlama, çevrelerindeki olayları yorumlama ve algılamada onlara bir kalıp sunan çerçeve yapı şeklinde düşünülebilir.

İnsanlar karşı karşıya kaldıkları dünyayı zihinlerinde farklı şekilde algıladıkları gibi farklı şekillerde de temsil ederek ifade etmektedirler (Mortimer, 1995). Zihinde depolanan bilginin, fikirlerin ve önermelerin temelinde kavramlardan oluşan bir ağ sistemi vardır (Novak,

2002). Bu ağ sisteminde yer alan kavramlar, bireylerin fikirlerini ve kavramlarını ifade etmede kullandıkları bilişsel temsil birimlerini ifade etmektedir (Carey, 2000). Novak ve Gowin (1984)'e göre ise kavramlar, bazı olayları, nesneleri ve onların özelliklerini tasvir etmede kullanılan etiketler olarak tanımlanmıştır. Kavramlar, dünyayı anlamlandırmaya yardımcı olan zihinsel yapılardır (Bowen ve Bunce, 1997). Bireyler yaşamları boyunca çevrelerinde meydana gelen olayları ve durumları anlamlandırmak için kendilerine yönelik açıklamalar oluşturmaktadırlar (Palmer, 2001).

Bireylerin; karşı karşıya kaldıkları olay, durum ya da nesne ile ilişkili kavramların zihinlerindeki yerine ve karşılığına göre açıklamalarda bulundukları, bilgi edindikleri ve bilgiyi işleme süreçlerinde bulundukları söylenebilir. Bu nedenle bilgi birikiminin sağlanmasında ve yeni bilginin yapılandırılmasında kavramların bir temel oluşturduğu ve bu kavramlara yüklenen anlamlar ile bağlantılı olarak bilginin yapılandırıldığı düşünülebilir. Bilginin inşa edilme sürecinde her ne kadar ilk adımlardan biri gözlem olsa da bu gözlemleri algılamamız ve daha sonra yorumlayacak olmamız da bireylerde var olan kavramlar aracılığı ile gerçekleşmektedir (Novak ve Gowin, 1984). Bu nedenle öğrenme ortamlarında bireylerin sahip oldukları ve yeni edinecekleri kavramların onların bilgi çerçevelerini oluşturmada önem teşkil ettiği söylenebilir. Bu yüzden doğru bilgiye ulaşmada, öğrenenlerin sahip oldukları kavramların ve yeni edinecekleri kavramların, mümkün olduğunca bilimsel açıklamalara sahip bir şekilde doğru olarak yapılandırılmış olmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Fakat durum her zaman böyle olmayabilir. Öğrenenlerin, öğrenme ortamına gelirken zihinlerinde var olan bilgilerinin ve kavramlarının hatalı olarak yapılandırılmış olma durumu da vardır. Öğrenenler, kendilerinde var olan birtakım ön bilgilerin yanı sıra bilimsel görüşler ve açıklamalarla uyuşmayan ve kendi zihinlerinde oldukça köklü olan birtakım kavramlara da sahiptirler (Duit ve Treagust, 2003). Öğrenenlerin fen derslerine de getirmiş oldukları bilimsel görüşlerle uyuşmayan bu fikirler, öğrencilerin kendi bilişsel yapılarında oldukça anlamlı bir şekilde yer edinmiştir (Treagust, 1988). Bireylerin zihinlerinde yer alan bilimsel görüşler ve açıklamalar ile uyuşmayan bu kavramlar alan yazında *alternatif kavramlar* (Arnaudin ve Mintzes, 1985; Schoon ve Boone, 1998), *alternatif çerçeveler* (Driver, 1981; Driver ve Easley, 1978), *çocukların bilimi* (Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982; Osborne, 1980) ve *kavram yanlışları* (Alwan, 2011; Clement, Brown ve Zietsman, 1989; Fisher, 1985; Helm, 1980) gibi isimler ile anılabilmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bilimsel görüşler ile yer değiştirmede oldukça dirençli olan bu düşünceler, öğrenme ortamı boyunca öğretmenlerin sunmuş olduğu fikirler ile de bağlantılar oluşturarak değişik karmaşık bir boyut kazanabilmektedirler (Mintzes, 1984).

Bilimi öğrenme öğrencilerin sadece bilgi edinmesi değil, aynı zamanda olayları algılama ve kavramlarında da bir farklılık yaratılmasıdır (Osborne, 1980). Bilimi anlayabilmek için bireylerin zihinlerinde var olan kavramların, durağan bir süreç içerisinde değil, onun yerine değişebilen, yeniden farklı şekillerde düzenlenebilen, yeni elde edilen bilgilere göre organize edilebilen dinamik bir kavramsal değişim süreci içerisinde olması gereklidir (Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993). Bu süreçte öğretmenlerin, öğrenenlerin ilgili konuya ilişkin var olan bilgi şemalarından ve kavram yanlışlarından haberdar olmasının, doğru kavramsal şemalar ile bilginin yapılandırılma sürecinde öğrenciler için büyük önem taşıdığı söylenebilir. Öğretmenlerin öğrenme sürecini planlama aşamasında öğrencilerin alternatif kavramları hakkında bilgi sahibi olması, öğrencilerin doğal dünyaya ilişkin yorumlar oluşturmalarının yanında kavramları, ilkeleri ve bilimsel yapıları doğru bir şekilde öğrenmelerinde etkilidir (Periago ve Bohigas, 2005). Bu nedenle öğrencilerin yaşantıları boyunca deneyimlerine dayanarak edindikleri kavramlara yönelik, zihinlerinde var olan açıklamaların hangi durumda olduğuna ilişkin, öğretmenlerin bilgi sahibi olması gerekmektedir (Alwan, 2011).

Bilimi anlamının, bilgi edinme ve yapılandırma süreçleri ile bağlantılı olduğu ve bu süreçlerin temelinde kavramların yer aldığı düşünüldüğünde; bireylerin, doğru kavramsal anlamalara ve en az düzeyde kavram yanlışına sahip olmaları gerektiği söylenebilir. Bu nedenle öğrenme süreci içerisinde öğrencilerin, kavram yanlışlarının belirlenerek, doğru öğretim stratejileri ile en aza indirilmesinin, öğrencilerin doğru kavramlar ile öğrenme şemalarını yapılandırmalarında önemli olduğu düşünülmektedir. Bodner (1986), öğrenenlerin bilgi ve kavramlarının onlara yanlış olduğunun söylenmesinin kavram yanlışlarını değiştirmede yetersiz olduğunu, kavram yanlışlarının yerine gelecek doğru kavramların, ancak deneysel gerçeklikleri ve onların açıklamalarını karşılayan uygun kavramların oluşturulması ve deneyimlenmesi süreçleri ile oluştuğunu belirtmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin doğru kavramsal anlamalar oluşturmaları için öncelikle kavram yanlışlarını en aza indirecek ve giderecek öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu süreçte Brown ve Clement (1987) ile Fisher (1985); geleneksel öğretim yöntemlerinin, öğrenenlerin kavram yanlışlarını gidermede yeterli olmadığını ifade etmektedir. Araştırmacılar tarafından, öğrencilerin bilimsel anlamda yanlış kavramlara ve anlayışlara sahip olmaları, bilimsel alanlarda yetersiz olmalarının bir nedeni olarak ortaya koyulmuştur (Tompo, Ahmad ve Muris, 2016). Bu nedenle öğrenenlerin bilimsel kavramlara sahip olmalarında bilimsel yöntemler ve süreçler dâhilinde geliştirebilecekleri öğrenme durumlarının gerekli olduğu söylenebilir. Aynı zamanda, öğrenciler sahip oldukları kavram yanlışlarını giderebilmek için öncelikle zihinlerinde yer alan bilgilere karşılık gelen bilimsel gerçekler ile yüzleşerek var olan kavram

yanılgıları ile bilimsel gerçeklikler arasında bağlantı kurabilmelidir (Lawson ve Thompson, 1988). Öğrenenlerin öğrenme sürecinde pasif olarak bilgi edindikleri geleneksel yaklaşım; yapısı ve öğrenme süreci itibarı ile öğrenenlerin kavram yanılgılarının farkına varacakları yeterli bir öğrenme süreci sunmadığı için, kavramsal öğrenmeyi tanımlama aşamasında önemli içerikler sunan, yapılandırmacılık ile çelişmektedir (Darmofal ve diğerleri, 2002). Yapılandırmacı teori; kavramsal değişim sürecini, öğrenmenin yansıması olarak görmektedir (Palmer, 2003). Kavramsal değişim sürecinde, öğrencilerin kavram hatalarının en az düzeye indirilmesi ile doğru kavramsal anlamalara ve doğru bir şekilde yapılandırılmış bilgilere ulaşılmasının amaçlandığı söylenebilir. Bireylerin kavramsal anlama durumları, sahip oldukları kavramların makulluluk, verimlilik, anlaşılabilirlik ve hoşnutsuzluk durumlarını hangi derecede karşıladığı ile ilgilidir (Hewson ve Thorley, 1989). Mevcut kavramların var olan durumu çözüme yetersiz olduğu durumlarda, öğrenenlerin kavramsal değişim sürecine girdiklerini ifade eden Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982)'a göre kavramsal değişimin olabilmesi için öğrencilerin mevcut kavramlarına yönelik *memnuniyetsizlik* duymaları, yeni kavramın *anlaşılabilir, akla yatkın ve verimli/kullanışlı* olma süreçlerini karşılaması gerekmektedir.

Kavramsal değişim süreci, bireylerin bilişsel yapılarında var olan ve belirli kategoriler halinde bulunan kavramların dâhil oldukları kategorilerin değişmesi ile birlikte kavramsal anlamda meydana gelen farklılaşmayı ifade etmektedir (Chi, Slotta ve de Leeuw, 1994). Kavramsal anlama ise; öğretmen tarafından doğrudan öğrenciye aktarılan bir yapı olmayıp, bizzat öğrencilerin aktif olarak ele almalarını ve yapılandırmalarını gerektiren bir oluşumdur (Gavalcante, Newton ve Newton, 1997).

2.1.10. Kavramsal Anlamanın Belirlenmesi

Öğrenenlerin içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda bilgi üreten, araştıran, çözüm bulan, yaratıcı fikirler ortaya koyan, yenilikçi düşünebilen bireyler olabilmelerinin, temelde bilgiyi olduğu gibi kabul eden değil, sorgulayan bireyler olmalarına dayandığı düşünülmektedir. Öğrenme ortamlarında bu nedenle öğrencilerin; sorgulamalarını, araştırmalarını, farklı açılardan bakabilmelerini, öğrencilerin bilgiyi hazır olarak alan değil bilgiyi üreten ve yapılandıran konumunda olmalarını sağlayacak öğrenme deneyimleri ile meşgul olmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında; sorgulama temelli öğrenmenin, öğrencilere bu niteliklerde bir öğrenme ortamı sunduğu söylenebilir. Sorgulama temelli öğrenme ile öğrenenlerin karşı karşıya kaldıkları bilgi ve kavramları sorgulayıcı aktiviteler ile deneyimleme fırsatı yaşadıkları düşünüldüğünde, bilgi ve açıklamalarını bilimsel temellere dayandırarak yapılandırma imkânına sahip oldukları ifade edilebilir. Bu yapılandırma

sürecinde öğrenenlerin, bilgiyi doğru temellere dayandırarak anlamlandırabilmeleri için onların bilgi içeriğine yönelik doğru bir kavramsal anlayışa sahip olmaları gerektiği düşünülmektedir. Bunun için de öğrencilerin öncelikle ilgili alana yönelik kavram yanlışlarının en aza indirilmesi sağlanmalıdır.

Bilginin, yapılanma sürecine bakıldığında; çok erken dönemlerde başladığı ve çoğunlukla bireylerin günlük yaşam durumları ile gerçekleştirmiş oldukları etkileşimler ve bunlara getirmiş oldukları yorumlar neticesinde şekillenmeye başladığı bilinmektedir (Wild, Hilson ve Hobson, 2013). Bu bağlamda öğrenenlerin zihinlerinde, günlük yaşamdaki kavramlara karşılık gelen birtakım açıklamalar ve bilgiler olduğu söylenebilir. Geçen 30 yıl boyunca yapılan çalışmalar; öğrenenlerin, öğrenme ortamına önceden var olan birtakım bilgiler, inançlar ve kavramlar ile dâhil olduğunu göstermektedir (Duit ve Treagust, 2003). Öğrenenlerin öğrenme ortamına getirmiş oldukları ön bilgileri ve kavramları, genellikle onların bilimsel açıklamalara ve kavramlara zıt olan birtakım fikirler ve açıklamalar içerisinde yer almalarına neden olmaktadır (Talanquer, 2006). 1900'lü yılların başından itibaren araştırmacılar tarafından, bireylerin olaylar ve olgular hakkında bilimsel bilgiler ile tutarlı olmayan pek çok düşünce yapısına sahip oldukları belirlenmiştir (Caleon ve Subramaniam, 2010a). Öğrenenler, öğrenme ortamlarına kendi zihinsel yapılarında oldukça iyi bir şekilde düzenlenmiş; fakat bilimsel açıklamalar ile örtüşmeyen birtakım düşünceler ile dâhil olmaktadır (Trowbridge ve Mintzes, 1985). Öğrenenlerin öğrenme ortamına getirmiş oldukları bu düşünceler, zihinde güçlü bir şekilde yapılanmış, bilimsel görüşlerle uyumlu olmayan ve değişime karşı dirençli bir yapıdadır (Duit ve Treagust, 2003). Bireylerin çok erken dönemlerinden beri zihinlerinde şekillenmiş, bilimsel doğrulara dayanmayan ve daha çok bireylerin sezgilerine dayalı olarak yapılandırılmış oldukları düşünceleri ile ilişkili olan bu kavramlar, *alternatif kavramlar* olarak bilinmektedir (Alwan, 2011; Tao, 1997). Alternatif kavramlara sahip olan bireylerin zihinlerinde bu kavramlar oldukça değişken olduğundan, bireylerin yeni bilgi edinme ve bilgiyi yapılandırma sürecinde yanlış bir dayanak olabilmektedir (Schoon ve Boone, 1998). Bilginin yapılandırılması sürecinde, yeni bilgilerin mevcut bilgiler ile ilişkilendirilerek yapılandırıldığı düşünüldüğünde, önceki adı ile kavram yanlışları şimdi ki güncel adı ile alternatif kavramların öğrenenler bağlamında anlaşılması ve dikkat edilmesi oldukça önemli bir konudur (Libarkin ve Kurdziel, 2001). Öğrenenlerin, alternatif kavramlarını minimize ederek giderme aşamasında bireylerin, konu içeriği ile ilgili kavramlara ilişkin yanlışlarını içeren birtakım göstergelerin farkına varması ve bunları var olan kavram yanlışları ile ilişkilendirebilmeleri gerekmektedir (Lawson ve Thompson, 1988). Öğrenme, doğru kavramlar aracılığı ile bilginin bireyler tarafından yapılandırılması sürecini

içerdiğinden, elde edilen bilginin hazır olarak alınıp benimsenmesini değil, bireylerde var olan alternatif kavramsal yapılardan bilimsel kavramlara doğru gelişen bir yapılandırma ve kavramsal değişim sürecini içermektedir (Tao, 1997). Kavram yanlışlarını en aza indirerek bilimsel açıklamalara dayanan kavramlara ulaşma sürecinin, kavram yanlışlarının belirlenmesi ile başladığı ve doğru kavramsal anlamalara ulaşmaya doğru gittiği söylenebilir. Bu bağlamda ilk olarak öğrencilerin, kavram yanlışlarının ve kavramsal yapılanma sürecinde kavramsal anlamalarının belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Alan yazına bakıldığında öğrenenlerin kavram yanlışlarını ve kavramsal anlamalarını en iyi belirleyen ölçme araçlarından birinin çoktan seçmeli sorular olduğu görülmektedir (Jimoyiannis ve Komis, 2003). Fakat çoktan seçmeli testlerin pek çok sınırlılığa sahip olduğu ifade edilebilir. Bunlardan ilki çoktan seçmeli testlerin, bireylerin vermiş oldukları doğru yanıtların arkasında yatan düşüncenin doğru ya da yanlış bir gerekçe ile verildiğini tam olarak belirleyememesidir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Çoktan seçmeli testlerin sınıf ortamında yürütülmelerinin ve analiz edilmelerinin oldukça zaman alıcı ve sınırlı bir yapıda olması da, çoktan seçmeli testlerin bir diğer sınırlılığı olarak ifade edilebilir (Kirbulut, Geban ve Beeth, 2010). Geleneksel çoktan seçmeli testlerde öğrenenler soru köküne ilişkin yanlış bir bilgiye sahip olmasına rağmen, doğru cevaba yönelebilen; tam tersi doğru bir açıklamaya sahip olmalarına rağmen de yanlış bir cevaba yönelebilmektedirler (Kirbulut ve Geban, 2014; Peşman ve Eryılmaz, 2010). Benzer olarak çoktan seçmeli testlerde konu içeriğine tam olarak hâkim olmayan cevaplayıcılar, tahmin yolu ile ya da seçenekleri eleyerek doğru yanıtı ulaşabilmektedir (Loh, Subramaniam ve Tan, 2014). Bu gibi faktörlerin geleneksel çoktan seçmeli testlerin, konuyu gerçekten bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etmede birtakım sınırlılıklara sahip olduğunu gösterdiği söylenebilir. Kavram yanlışlarını ve kavramsal anlamayı tespit etmede kullanılan çoktan seçmeli testlerin bu dezavantajlarını ve sınırlılıklarını en aza indirmek için iki aşamalı testler geliştirilmiştir. Geleneksel çoktan seçmeli testlere getirilen, öğrenenlerin ilk aşamada seçmiş oldukları seçeneğe yönelik haklı bir gerekçe göstermelerini gerektiren ikinci aşama ile geleneksel çoktan seçmeli testlerin sınırlılıkları bazı yönlerden iyileştirilmeye çalışılmıştır (Loh ve diğerleri, 2014). İki aşamalı testlerin ilk aşamasında, geleneksel çoktan seçmeli testlerde olduğu gibi soru maddesini takip eden cevap seçenekleri yer alırken, ikinci aşamasında ilk aşamada verilen yanıtla ilişkin olası nedenlerin yer aldığı seçenekler sıralanmaktadır (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Kirbulut ve Geban, 2014; Loh ve diğerleri, 2014; Tan, Goh, Chia ve Treagust, 2002; Tsui ve Treagust, 2010). İki aşamalı testler ikinci aşaması ile ilk aşamada verilen yanıtın hangi gerekçelere dayandığını sorgulamaktadır (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Treagust ve Haslam, 1986). Bu yönü ile iki

aşamalı testler öğrenenlerin yanıtlarının arkasında yatan nedenleri irdeleyerek, onların oluşturmuş oldukları zihinsel modellerine vurgu yapıp, alternatif kavramlarının arkasında hangi düşünce yapısının yattığına da ışık tutmaktadır (Tsai ve Chou, 2002). Benzer şekilde öğrenciler, iki aşamalı testlerde seçmiş oldukları yanıtlarını hedef kavrama yönelik olarak belirlemiş oldukları alternatif kavramlar ile ilişkilendirerek ortaya koymaktadırlar (Wang, 2004). Bu şekilde iki aşamalı testler, öğrenenlerin kavram yanılgılarını giderme yolunda onların kavram yanılgılarının ortaya çıkmasında bir tanı aracı olarak kullanılabilir (Treagust, 1988).

İki aşamalı testler, öğrenenlerin kavram yanılgılarını tespit etmede birtakım avantajlara sahip olmasına rağmen, bazı sınırlamaları da beraberinde getirmektedir (Arslan, Cigdemoglu ve Moseley, 2012; Lin, 2016). Yanlış cevapların kavram yanılgısından mı yoksa bilgi eksikliğinden mi; doğru yanıtların ise tahmine mi yoksa bilimsel gerekçelere mi dayandığını ayırt etme konusunda sınırlıya sahip olan iki aşamalı testlere eklenen güven aşaması olarak bilinen üçüncü aşama ile bu sınırlılıklar büyük ölçüde azaltılabilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Üç aşamalı testlerin ilk aşamasını geleneksel çoktan seçmeli bir test yapısını oluştururken (Kaltakci-Gürel, Eryılmaz ve McDermott, 2015), ikinci aşamasını ilk aşamaya verilen yanıtların hangi gerekçelere dayalı olarak verildiğine dair birtakım gerekçe/neden belirten seçenekler (Treagust, 1988) oluşturmaktadır. İkinci aşamada çeldirici olarak sıralanan seçenekler, öğrenciler ile yapılan görüşmelerden ya da öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlardan veya alan yazından elde edilen alternatif kavramlardan oluşabilmektedir (Tan ve diğerleri, 2002). Üç aşamalı testleri iki aşamalı testlerden ayıran ve güven aşaması olarak bilinen üçüncü aşamada ise öğrenenlerden, önceki aşamalarda vermiş oldukları yanıtlardan emin olup olmama durumlarını belirtmeleri istenmektedir (Şen ve Yılmaz, 2017). Normalde ilk iki aşamada verilen doğru yanıtlara, pek çok farklı faktör neticesinde ulaşılabildiği söylenebilir. Bu anlamda üç aşamalı testlerde yer alan üçüncü aşamanın, bilgi eksikliği ile kavram yanılgısı arasındaki ayrımın yapılmasında da yol gösterici olduğu söylenebilir (Kaltakci-Gürel ve diğerleri, 2015; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Şen ve Yılmaz, 2017). Bu bağlamda üçüncü aşamanın eklenmesi ile üç aşamalı testlerin, geleneksel çoktan seçmeli ve iki aşamalı testlere kıyasla öğrenenlerin gerçekten kavram yanılgısına sahip olup olmadığını, daha doğru ve güvenilir bir şekilde tespit edilebildiği ifade edilebilir. Alan yazın tarandığında çeşitli konulara yönelik üç aşamalı testlerin geliştirildiği görülmektedir (Arslan ve diğerleri, 2012; Aykutlu ve Şen, 2012; Caleon ve Subramaniam, 2010a; Cetin-Dindar ve Geban, 2011; Kirbulut ve Geban, 2014; Liampa, Malandrakis, Papadopoulou ve Pnevmatikos, 2019; Milenković, Hrin, Segedinac ve Horvat, 2016; Özden

ve Yenice, 2017; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Şen ve Yılmaz, 2017; Ünal-Çoban, 2009; Wang, 2004; Yang, 2019). Bu nedenle üç aşamalı testlerin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini belirlemede sıkça kullanılan ölçme araçlarından olduğu söylenebilir.

2.1.11. Kavramsal Anlamanın Önemi

Osborne, Bell ve Gilbert (1983), fen öğretiminin amaçlarından birinin, öğrenenlerin dünyayı algılamaya yönelik düşüncelerini aynı zamanda kelimelere yükledikleri anlamları değiştirebilmelerini sağlamak olduğu düşünüldüğünde, bunu desteklemeye ve gerçekleştirmeye yönelik düşünülmesi gerektiğini ifade etmektedir. Gavalcante ve diğerleri (1997)'de fen öğretiminin önemli bir amacının, çocukların kavramsal anlamalarının geliştirilmesi olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle fen bilgisi öğretimi ezbercilikten uzak duran bir süreç içerisinde, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmelerini sağlayacak bir şekilde gerçekleştirilmelidir (Smith ve diğerleri, 1993). Öğrenenlerin kendi görüşlerini ve anlayışlarını değiştirme sürecinde, öğrencilerin mevcut anlayışlarının yetersiz olduğunu kendilerine kanıtlayacak, aynı zamanda bu memnuniyetsizlik ve yetersizlik sürecinin devamında öğrencilerin eski görüşlerinin değişikliğe uğrayabilmesi için anlamlı ve yeterli öğrenme deneyimleri ve tecrübeleri yaşamaları gerekmektedir (Osborne ve diğerleri, 1983). Aynı zamanda öğrenenlerin edindikleri kavramları bilinçli bir anlayışa dayandırmaları için kavramları pratiğe dökerek yeni problem durumları üzerinde de deneyimlemeleri sağlanmalıdır (Mortimer, 1995). Bu aşamada öğrencilerin, aktif oldukları sorgulama temelli öğrenme deneyimlerinde, kendi kavramlarına ve onlara dayanarak oluşturdukları açıklamaların ve hipotezlerin, onları çözüm yollarına ulaştırmadaki etkililiğine yönelik bir tecrübe elde etme fırsatı yaşadıkları söylenebilir. Bu nedenle sorgulama temelli öğrenmenin, öğrencilere kendi kavramlarını sorgulama, gerektiğinde ise gerçek deneyimler aracılığı ile değiştirme imkânı vererek kavramsal anlama sürecine destek olabileceği ifade edilebilir.

2.2. İlgili Yayın ve Araştırmalar

Bu bölümde, genel olarak bu çalışmada yer alan konu ve kavramlar ile ilgili yayın ve araştırmalar hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

2.2.1. Sorgulama Temelli Öğrenme İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Mattheis ve Nakayama (1988) yapmış oldukları çalışmada laboratuvar merkezli sorgulama programının, geleneksel ders kitabı merkezli öğretime kıyasla laboratuvar becerileri, bilimsel süreç becerileri ve bilgi/anlama üzerine olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda laboratuvar merkezli sorgulama programının laboratuvar becerilerini arttırmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında laboratuvar merkezli

sorgulama programının bilimsel süreç becerilerinde artış sağladığı, özellikle grafikleme ve veri yorumlama gibi özel bilimsel süreç becerilerini geliştirebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenme çıktılarından biri olarak fen bilgisinin anlaşılması üzerinde laboratuvar merkezli sorgulama programının olumlu etkisi olduğu saptanmıştır.

Chang ve Mao (1998) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğretim yönteminin öğrencilerin yer bilimine yönelik başarılarına olan etkisini incelenmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada yer alan deney grubunda sorgulama temelli öğrenme yöntemi kullanılırken, kontrol grubunda ise geleneksel öğrenme yöntemi uygulanmıştır. Yapılan çalışmada sorgulama temelli öğrenme yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin başarı puanlarının geleneksel öğrenme yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin puanlarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Damnjanovic (1999) yapmış olduğu çalışmada öğretmen adayları ile fen bilgisi öğretmenlerinin sorgulama temelli fen öğrenme ve öğretme konusuna yönelik tutumları arasındaki farklılığı belirlemeye çalışmıştır. Çalışma kapsamındaki katılımcıları 90 öğretmen ile 73 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda çağdaş fen ve fen eğitimi hakkında öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinde farklılıklar tespit edilmiştir. Öğretmenlerin, sorgulamaya ve sorgulama sürecine yönelik görüşlerinin öğretmen adaylarına göre daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında elde edilen sonuçlar, öğretmenlerin çağdaş fen bilgisi öğretme yöntemlerinin (sorgulama yöntemlerinin) kullanımı konusunda daha olumlu olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak çalışmada öğretmenlerin, öğretmen adaylarına kıyasla fen öğretimi yöntemlerini daha iyi anlayabildiği belirlenmiştir.

Suits (2004) yapmış olduğu çalışmada genel kimya laboratuvar dersinde öğrencilerin araştırma becerilerini kıyaslamayı amaçlamıştır. Çalışmada yer alan deney grubunda sorgulamaya dayalı ve yenilikçi bir yaklaşım, kontrol grubunda ise geleneksel bir yaklaşım kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin altı bileşenli araştırma becerilerini değerlendirmek için puanlama rubriği geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda yenilikçi, sorgulamaya dayalı yaklaşımın kullanıldığı grupta olan öğrencilerin altı becerinin tümü için geleneksel yaklaşım ile öğrenim gören öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek puan aldığı gözlemlenmiştir.

Cuevas, Lee, Hart ve Deaktor (2005) yapmış oldukları çalışmada sorgulamaya dayalı bir öğretimsel etkinin genel olarak fen araştırmalarını yürütme ve araştırmada belirli becerileri

kullanma yeteneğine ve öğrencilerin demografik alt boyutları arasındaki yeteneklerinde yer alan boşlukları azaltma üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda sorgulamaya dayalı etkinin sınıf, başarı, cinsiyet, etnik köken, sosyo-ekonomik durum, anadili ve İngilizce yeterliliğine bakılmaksızın tüm öğrencilerin sorgulama becerisini geliştirdiği ve bu alt gruplar arasındaki yeteneklerde var olan boşlukları azalttığı belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışmada düşük başarı, düşük sosyo-ekonomik düzeydeki öğrenciler için etkileyici kazanımlar elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına ek olarak öğrencilerin sorgulama ve araştırma yürütme yeteneğini teşvik etme hedefine ulaşmıştır.

Tatar (2006) yapmış olduğu çalışmada araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada yer alan deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulanırken, kontrol grubunda ise anlatım, soru-cevap, gösteri gibi tekniklerle desteklenen öğretmen merkezli açıklamalı yöntemler kullanılmıştır. Araştırma sonunda hem deney hem kontrol grubunda yer alan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde artış olmasına rağmen; deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla bilimsel süreç becerilerinin anlamlı derecede daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Bunun yanında araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilerin cinsiyetlerine ve kütüphanede kaynak taraması yapmayı bilip bilmeme durumlarına göre, bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. İnternet kullanmayı bilme durumu araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde internet kullanımını bilmeyen öğrencilere kıyasla bilen öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. Uygulama sonunda hem deney hem kontrol grubunda yer alan öğrencilerin akademik başarılarında artış olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla akademik başarılarının anlamlı derecede daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Bunun yanında araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilerin cinsiyetlerine ve kütüphanede kaynak taraması yapmayı bilip bilmeme durumlarına göre akademik başarıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerden internet kullanmayı bilip bilmeme durumuna göre bilen öğrencilerin bilmediğini belirten öğrencilere kıyasla akademik başarı puanlarının anlamlı farklılık yaratacak düzeyde arttığı belirlenmiştir. Uygulama sonunda deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının anlamlı derecede daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Bunun yanında araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilerin cinsiyetlerine ve internet kullanmayı bilip bilmeme durumlarına göre fen bilgisi dersine

yönelik tutumlarının üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerden kütüphaneden kaynak taraması yapmayı bilip bilmeme durumuna göre bilen öğrencilerin bilmediğini belirten öğrencilere kıyasla anlamlı olarak fen bilgisi dersine yönelik daha fazla olumlu tutum sergiledikleri belirlenmiştir.

Wu ve Hsieh (2006) yapmış oldukları çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerinin sorgulamaya dayalı bir öğrenme ortamında açıklamalar oluşturmak için sorgulama becerilerini nasıl geliştirdiklerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında sorgulamaya dayalı bir dizi öğrenme aktivitesi tasarlanmıştır. Bunun yanında öğrencilerin açıklama yapısına uygun, nedensel ilişkileri tanımlama, akıl yürütme sürecini tanımlama, verileri kanıt olarak kullanma ve açıklamaları değerlendirme becerilerini içeren dört sorgulama becerisi belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda öğrenme aktivitelerinde yer alan öğrencilerin sorgulama becerilerinin anlamlı düzeyde geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin nedensel ilişkileri ve akıl yürütme sürecini tanımlama ile verilerin kanıt olarak kullanılması becerilerinde önemli ilerleme kaydettikleri belirlenmesine rağmen, açıklamaları değerlendirme becerisinde hafif bir gelişme gösterdikleri saptanmıştır.

Akerson, Hanson ve Cullen (2007) yapmış oldukları çalışmada rehberli sorgulamanın ve açık yansıtıcı öğretimin öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında öğretmenler fizik bilgilerini geliştirmek için rehberli araştırmalara katılarak bilimin doğasına yönelik görüşlerini geliştirmek için açık yansıtıcı bilimin doğası etkinliklerini açıklamışlardır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin fizik bilgilerini geliştirmek için katıldıkları öğrenme sürecinde sorgulama tekniklerinin, içerik bilgisi edinmede kolaylaştırıcı olduğu ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerin gelişmesini sağladığı belirlenmiştir. Sorgulama programı aracılığı ile hedeflenen bilimin doğasına yönelik görüşler ve fiziği içeren açık etkinlikler aracılığı ile bilimin doğasına ilişkin kavramlarda gelişme gözlenmiştir. Sorgulama uygulamaları ve bağlantıları, öğretmenlere bilimin doğasına yönelik yönlerinin sorgulama ile nasıl iç içe geçtiğini fark etmelerine yardımcı olmuştur.

Wolf ve Fraser (2008) yapmış olduğu çalışmada sorgulamaya dayalı laboratuvar aktiviteleri kullanmanın sınıf öğrenme ortamı, başarı ve bilime yönelik tutumlar üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada sınıf öğrenme ortamı bazında değerlendirilecek değişkenler arasında öğrenci bağlılığı, öğretmen desteği, katılım, araştırma,

görev yönelimi, işbirliği ve eşitlik yer almaktadır. Araştırmada ele alınacak olan başarı ve tutumlar ise öğrenci çıktıları olarak belirlenmiştir. Çalışmada sorgulama temelli ve sorgulama temelli olmayan laboratuvar tekniklerini karşılaştırabilmek için farklı öğrenciler laboratuvar çalışmalarını farklı şekillerde deneyimlemiştir. Sınıf ortamı açısından bakıldığında sorgulama temelli sınıfta yer alan öğrenci grubunun sorgulama temelli olmayan sınıfta yer alan öğrenci grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha büyük miktarda öğrenci bağlılığı algıladığı saptanmıştır. Buna göre sorgulama temelli sınıfın, sorgulama temelli olmayan sınıfa göre öğrenci bağlılığını daha fazla teşvik ettiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara ek olarak öğrenme ortamı bazında yer alan değişkenler incelendiğinde; katılım, araştırma, görev yönelimi, işbirliği, eşitlik değişkenlerinde sorgulama sınıfında yer alan öğrencilerin daha yüksek puan ortalamalarına sahip olduğu saptanmıştır. Öğrenme ortamına ilişkin değişkenlerden öğretmen katılımı değişkeni boyutunda ise sorgulama olmayan sınıfta yer alan öğrencilerin sorgulama temelli olan sınıfa kıyasla puan ortalamaları daha fazla bulunmuştur. Aynı zamanda sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinden erkek ve kız öğrencilerin farklı şekillerde etkilendiği, erkeklerin sorgulama yöntemlerinden daha fazla yararlandıkları belirlenmiştir.

Gormally ve diğerleri (2009) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin bilimsel okuryazarlık becerilerine, bilimsel süreç becerilerine ve becerileri uygulamada kendine güven düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmadan elde edilen veriler hem güz hem bahar dönemi olmak üzere üst üste 2 dönemden elde edilmiştir. Araştırmada, geleneksel ders içeriği kullanılarak gerçekleştirilen geleneksel laboratuvar öğretimi ve rehberli bir sorgulama mefretatı kullanılarak geliştirilen sorgulama temelli laboratuvar öğretimi kullanılmıştır. Araştırma sonunda sorgulama temelli laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilerin geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilere kıyasla bilimsel okuryazarlık becerilerinin anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında uygulama sonunda her iki dönemde de sorgulama temelli laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilerin geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bilimsel süreç becerile puanlarına ulaştıkları saptanmıştır. Ek olarak araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin birtakım becerileri uygulamada kendilerine güven düzeylerine olan etkisinin incelenme sürecinde bu beceriler, biyolojik fikirler hakkında açıklamada bulunmada ve yazmada kendine güven, bir laboratuvar raporu yazmada ve kritik etmede kendine güven, son olarak deneyleri gerçekleştirmek için analitik becerilerin kullanılması da dâhil olmak üzere problemleri çözmek

için bilimsel bir yaklaşım kullanmada ve derslerde başarı için kendine güven olarak sıralanmıştır. Labotuvur uygulama sürecine geçmeden önce her iki laboratuvar tipinde yer alan öğrencilerin bu becerileri uygulama konusunda kendilerine güven duyduklarını belirttikleri belirlenmiştir. Uygulama sonunda her iki dönemde de hem geleneksel laboratuvar yaklaşımında hem de sorgulama temelli laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören grupların kendi içinde beceri tiplerini uygulama yeteneklerine yönelik güvenlerinin arttığı; fakat geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilerin sorgulama temelli laboratuvar yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilerle kıyaslandığında fazla güven kazandıkları belirlenmiştir.

Khan ve Iqbal (2011) yapmış oldukları çalışmada seçilmiş bazı biyoloji konularının öğretiminde sorgulama temelli öğrenme yöntemi ile geleneksel laboratuvar yöntemini kıyaslamayı amaçlamışlardır. Ayrıca sorgulama temelli laboratuvar öğretimi yönteminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini de incelemişlerdir. Araştırmada yer alan deney grubundaki katılımcılar sorgulama temelli laboratuvar ile öğrenim görürken kontrol grubundaki katılımcılar ise geleneksel laboratuvar yöntemiyle eğitim görmüştür. Uygulama sonunda sorgulama temelli laboratuvar yaklaşımı ile öğrenim gören deney grubundaki katılımcıların geleneksel laboratuvar yöntemiyle eğitim gören kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bilimsel süreç becerisi puan ortalamalarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Chen ve Chen (2012) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin probleme dayalı öğrenmeye kıyasla katılımcıların öğrenen performansına, fene yönelik tutumlarına ve sorgulama becerilerine olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. İki deney ve bir kontrol grubu ile gerçekleştirilen çalışmada tüm gruplar sera gazı etkisi konusunda aynı web tabanlı müfredat serisine dâhil edilmiştir. Sorgulama temelli öğrenme grubunda yer alan katılımcılar öngörme, hipotez kurma ve test etme süreçlerinde aktif katılımcı olarak yer almıştır. Probleme dayalı öğrenme grubundaki katılımcılara ise belirli bir problem çözme sürecini takip etmelerine yönelik talimat verilmiştir. Çalışma sonucunda tüm katılımcı gruplarının fen performanslarında eşit derecede performans gösterdikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda ulaşılan diğer sonuçlar arasında, sorgulama temelli öğrenme ve probleme dayalı öğrenme gruplarında yer alan katılımcıların fen öğrenmeye yönelik daha olumlu tutumlara sahip oldukları ve kontrol grubunda yer alanlara göre daha yüksek düzeyde sorgulama becerisi gösterdikleri yer almaktadır.

Taylor ve Bilbrey (2012) yapmış oldukları çalışmada fen ve matematik müfredatı kapsamında öğretmen merkezli ve sorgulama temelli öğretimin etkililiğini analiz etmeye çalışmışlardır. Çalışma için uygulama okulunun fen ve matematik müfredatında üç yıllık bir değişime gidilmiş olup öğretmenler için fen ve matematik konularında sorgulama temelli öğretimi uygulama üzerine çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Çalışma sonucunda sorgulamaya dayalı tekniklere dayanan bir öğretim metodu izlendiğinde, birçok öğrenci grubunda önemli bir iyileşme olduğu görülmüştür.

Veloo, Perumal ve Vikneswary (2013) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğretim, öğrencilerin fene yönelik tutumları ve öğretmenlerin fen başarısına yönelik destekleri arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada fen başarısında cinsiyet farklılıklarının etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre fen başarılarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu; öğretmen desteği ile fen başarısı arasında anlamlı bir ilişki olduğu, sorgulamaya dayalı öğretimin fen başarısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğretim, öğrencilerin fene yönelik tutumlarını ve öğretmenlerin desteğini, fen başarısı ile ilişkilendirilebileceğine ulaşılmıştır. Bunun yanında öğrencilerin fene yönelik tutumları ve fen başarıları arasında olumlu ilişki belirlenmiştir. Öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça öğrenciler arasında fene yönelik tutumların da o kadar olumlu olmaya başladığı ulaşılan diğer sonuçlar arasındadır.

Wang, Yen, Wu ve Wu (2013) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin öğretime olan etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin temel akademik becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Bu gelişme özellikle fen öğrenmeye yönelik motivasyona olan etkiye ilişkin incelendiğinde, öz yeterlik ve performans hedef oryantasyonu boyutlarında anlamlı bir gelişme olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak sorgulamaya dayalı öğretimin öğrencilerin bilişsel kabiliyeti üzerinde anlamlı bir gelişme sağladığı ve bunun yanında fen öğrenmeye yönelik tutumlarda olumlu bir gelişmeye neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmada aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğretimin öğrencilerin becerilerini geliştirmesi yönünde yapılan analizler ile öğrencilerin becerileri üzerinde anlamlı derecede olumlu bir etkisi olduğu, belirlenen diğer sonuçlar arasında yer almaktadır.

Abdi (2014) yapmış olduğu çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına etkilerini araştırmıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yönteminin geleneksel öğretim üzerindeki etkinliğini belirlemek

için gerçekleştirilen 8 hafta süren deneysel çalışmada 30 maddeden oluşan akademik başarı testi hem deney hem kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Çalışmada deney grubundaki öğrenciler 5E öğrenme döngüsü ile desteklenen sorgulama temelli öğrenme yöntemi ile öğrenim görürken, kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel öğrenme yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Buna göre 5E öğrenme döngüsü ile desteklenen sorgulama temelli öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin geleneksel öğrenme yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bunterm ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada rehberli ve yapılandırılmış sorgulamanın öğrencilerin fen öğrenmeleri üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmada fen içerik bilgisi, bilimsel süreç becerileri, bilimsel tutum ve öz algı stresi bağımlı ölçütler olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda rehberli sorgulamanın, yapılandırılmış sorgulamaya kıyasla hem fene yönelik içerik bilgisinde hem de bilimsel süreç becerilerinde daha fazla gelişmeye neden olduğu belirlenmiştir. Bilimsel tutum ve stres boyutlarında ise çalışmada ele alınan okullardan birinde rehberli sorgulama grubunda yer alan öğrencilerin yapılandırılmış sorgulama grubunda yer alan öğrencilere kıyasla daha fazla fayda sağladıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak daha açık şekilde yapılan sorgulamanın öğrenciler üzerinde daha olumlu etkileri olduğu saptanmıştır.

Koksall ve Berberoglu (2014) yapmış oldukları çalışmada, içeriğe dayalı fen başarısının, bilimsel süreç becerilerinin ve bilime yönelik tutumların geliştirilmesinde, fen sınıflarında rehberli sorgulama yaklaşımının mevcut fen ve teknoloji müfredatı üzerindeki etkililiğini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmada deney grubunda rehberli sorgulama kullanılırken kontrol grubunda geleneksel öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonunda rehberli sorgulama yaklaşımının öğrencilerin bilişsel özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Rehberli sorgulamanın kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin fen kavramlarını anlamaları ve sorgulama becerileri geleneksel öğrenme yönteminin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Aynı zamanda rehberli sorgulama ile öğrenim gören deney grubundaki öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının ve bilimsel süreç becerilerinin de geleneksel öğrenme yöntemi ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha fazla arttığı belirlenmiştir. Özetle tek değişkenli test sonuçları ile başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutumlar için ön test son test puanları ve uygulama arasında

önemli etkileşimler olduğu belirlenerek bunun sebebi olarak rehberli sorgulamanın etkin uygulaması gösterilmiştir.

Maxwell, Lambeth ve Cox (2015), yapmış oldukları çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve katılımları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada yer alan deney grubundaki öğrenciler sorgulama temelli öğrenme ile öğretim görürken, kontrol grubunda yer alan öğrenciler ise geleneksel öğrenme yöntemi ile öğretim görmüşlerdir. Araştırma sonunda sorgulama temelli öğrenme ile eğitim gören deney grubundaki öğrencilerin geleneksel öğrenme yöntemi ile eğitim gören kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek akademik başarı testi puanına sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin bilime yönelik tutumları uygulama sonunda değerlendirildiğinde ise sorgulama temelli öğrenme yöntemi ile eğitim alan gruptaki öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının uygulama sonunda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düzeyde çok az azalma gösterdiği belirlenmiştir. Bunlara ek olarak bilimi öğrenme isteğine yönelik tutumlarda %5'lik bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sorgulama temelli öğrenme yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin katılım düzeylerinin geleneksel öğrenme yöntemi ile öğrenim gören öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özetle araştırmada uygulama sonunda sorgulama temelli öğrenme grubunda yer alan öğrencilerin akademik başarılarının, katılımlarının ve tutumlarının geliştiği sonucu belirlenmiştir.

Joy, Dinah, Opara ve Momanyi (2017) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri başarıları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmada 2 deney 2 kontrol grubu yer almaktadır. Deney gruplarında sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı, kontrol gruplarında ise geleneksel öğrenme yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulama temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda yer alan öğrencilerin geleneksel öğrenme yaklaşımının kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla bilimsel süreç becerilerinde daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin geleneksel öğrenme yaklaşımına kıyasla bilimsel süreç becerileri akademik başarı testinde daha olumlu sonuçlara yol açtığı saptanmıştır.

Nunaki, Damopolii, Kandowangko ve Nusantara (2019) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin üstbilişsel becerilerin öğrenilmesi üzerindeki etkililiği ile

sorgulama temelli öğrenme sürecinden sonra öğrencilerin üstbilişsel becerileri üzerinde cinsiyet farklılığının etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin üstbilişsel becerilerini etkili bir şekilde geliştirebileceğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda kadın ve erkek öğrencilerin üstbilişsel becerileri arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Sonuç olarak sorgulama temelli öğrenmenin üstbilişsel becerileri etkilediği, fakat kadın ve erkek öğrenciler arasında anlamlı farklılığa sebep olmadığı belirlenmiştir.

2.2.2. Bilimsel Süreç Becerileri İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Aiello- Nicosia, Sperandeo- Mineo ve Valenza (1984) yapmış oldukları deneysel çalışmada, fen bilgisi öğretmenlerinin özellikleri ile öğrencilerin çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen özellikleri, bilimsel süreçleri anlama ve değişkenleri kontrol etme; öğrenci çıktıları ise bilimsel içerik ve bilimsel süreç başarısı olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmenler için değişkenleri kontrol edebilme özelliğinin öğrenci başarısında, bilimsel süreç becerilerini anlama özelliğinden daha değerli bir özellik olduğu belirlenmiştir.

Baker ve Piburn (1991), bilimsel okuryazarlığı öğretmek için tasarlanmış bir müfredatın katılımcıların tutumları, bilişsel gelişimleri ve süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçladıkları bir çalışma yapmışlardır. Bilimsel okuryazarlık öğretimi bağlamında beceri kazanma, tutum değişiklikleri ve bilişsel büyümenin gerçekleşip gerçekleşmediğinin ele alındığı çalışmada kontrol grubu yer almayıp tüm karşılaştırmalar grup içi olarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların gözlem yapma, çıkarımda bulunma, ölçüm yapma ve seri oluşturma becerilerinde önemli iyileşmeler elde edildiği belirlenmiştir. Bunun yanında sınıflandırma becerisi puanlarının ön testten son teste kadar iyileşmediği saptanmıştır. Fakat beceri testinin tamamı ele alındığında, ön testten son teste kadar çok önemli gelişmeler ve ilerlemeler olduğu tespit edilmiştir. Bilişsel yeteneğin gelişimi üzerine tüm alt boyutlarda anlamlı artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda sözel, sayısal ve mekânsal becerilerin tümünün bilimsel okuryazarlık müfredatı ile geliştiği belirlenmiştir. Tüm bu sonuçların yanında okula yönelik tutumlarda ise azalma olduğu tespit edilmiştir.

Lazarowitz ve Huppert (1993) yapmış oldukları çalışmada geleneksel sınıf-laboratuvar eğitime karşı bilgisayar destekli öğrenme ile bütünleştirilmiş sınıf-laboratuvar öğretiminin, öğrencilerin başarıları ve bilimsel süreç becerilerine hâkimiyet düzeyleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada deney grubunda bilgisayar destekli

sınıf laboratuvar öğretimi kullanılırken, kontrol grubunda geleneksel sınıf laboratuvar öğretimi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin konu alanı ile ilgili giriş düzeyindeki bilgilerinin her iki grup içinde eşit olduğu fakat son test sonuçlarında deney grubu lehine akademik başarı bazında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki kız öğrencilerin kontrol grubundaki kız öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek puan aldıkları saptanmıştır. Aynı zamanda deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna kıyasla grafik iletişimi, veri yorumlama ve değişkenleri kontrol etme bilimsel süreç beceri türlerinde anlamlı derecede daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir.

Downing ve Filer (1999) yapmış oldukları çalışmada, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri performansları ile bilime yönelik tutumları arasında anlamlı düzeyde pozitif bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde bilimsel süreç becerilerini kullanmada iyi performans gösterenlerin, bilimi öğrenme ve yapma konusunda kendinden emin olan öğretmen adayları olduğu, araştırmanın diğer sonuçları arasındadır.

Onwuegbuzie (2000) yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki yetkinlikleri ile onların araştırma kavramları, yöntemleri ve uygulamalarına yönelik kavramsal bilgileri arasındaki ilişkileri araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler, araştırma yöntemlerinde giriş düzeyinde zorunlu bir dersin çeşitli bölümlerine kayıtlı yüksek lisans öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırma sonucunda bilimsel süreç becerilerinde en yüksek yeterlilik gösteren öğrencilerin hem ara sınav hem de final sınavlarında araştırma yöntemleri dersinde en yüksek performans sergileme eğiliminde olan öğrenciler olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise, öğrencilerin bilimsel süreç beceri puanları ile ara sınav ve final puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğudur.

Beaumont-Walters ve Soyibo (2001) yapmış oldukları çalışmada beş bütünlük bilimsel süreç becerisinin öğrencilerin performans düzeylerine olan etkisini ve bunun cinsiyete, sınıf düzeyine, okul yerlerine, okul türlerine, öğrenci tiplerine ve sosyoekonomik geçmişlerine bağlı olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin ortalama puanlarının düşük düzeyde olduğu ve öğrencilerin veri yorumlama, veri kaydetme, genelleme, hipotez formüle etme ve değişkenleri tanımlama becerilerindeki performanslarının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin performansları ve okul türleri arasında oldukça güçlü ve anlamlı bir ilişki olduğu

saptanmıştır. Bunun aksine öğrencilerin performansları ve sınıf seviyesi, sosyoekonomik geçmişleri ve öğrenci tipleri arasında ise zayıf bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Huziak (2003), yapmış olduğu çalışmada *I Wonder* projesi kapsamında öğrencilerin bilimsel bir topluluktaki bilimsel ifadelerle benzer şekillerde bir dergide araştırmalarını yayınlamaları sağlanarak öğrenciler arasındaki bilimsel söylemleri teşvik etmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma kapsamında öğrencilerin iletişimlerini teşvik ederek kendilerine kılavuzluk ettikleri *I Wonder* projesi kullanılmıştır. Bu proje kapsamında öğrenciler 6 haftalık bireysel kılavuzlu bir sorgulama projesinde yer almışlardır. Öğrenciler proje kapsamında bilimsel bir topluluk oluşturmak ve aynı zamanda bilimsel süreç becerilerini öğrenmek için bir grup halinde çalışmışlardır. Bu süreç boyunca her bir öğrenci bireysel kılavuzlu bir sorgulama projesi tasarlayıp uygulayarak kendi bulguları hakkında bir makale yazmıştır. Öğrencilere proje katılımlarının sonucunda bilimsel süreç becerilerindeki değişiklikleri belirlemek için ön test ve son test uygulanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerle katılımları boyunca fikirlerinin nasıl değiştiğine ve fen/bilim hakkındaki fikirlerine yönelik görüşmeler de yapılmıştır. Araştırma süresince öğrencilerin süreç boyunca fikirlerini nasıl tartıştıkları ve sözel ifadelerinin nasıl olduğu konusunda bilgi edinmek için sesli ve görüntülü kayıtlar alınmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin bireysel, entelektüel ve sosyal ihtiyaç durumlarına göre öğretmenler tarafından öğretmen-öğrenci etkileşimi alan yazında yer alan sorgulama düzeylerine benzer olarak yapılandırılmış, rehberli ve açık uçlu olmak üzere temelde 3 etkileşim içerisinde gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler kendi akranları ile öğrenci-öğrenci etkileşimini sağlamak için ise bağımsız, bağımlı ve çok işlevli olmak üzere 3 farklı şekilde birbirleriyle etkileşime girmişlerdir. Araştırma sonunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde anlamlı düzeyde bir artış saptanmıştır. Proje kapsamında bilimsel süreç becerilerindeki yetkinlik durumunun artmasının yanında öğrenciler arasında bilimsel okuryazarlık kültürünün gelişmesi de sağlanmıştır. Proje katılımı ile öğrencilerin gözlem, sıralama, ölçme, tahminde bulunma, yazılı iletişim kurma gibi birçok süreç becerisinin yanında bilimsel tutumlarında da bir gelişme gözlenmiştir. Aynı zamanda öğrenci fikirlerinin ve konuşmalarının aktarımının pek çok farklı türde gerçekleştiği de araştırmadan elde edilen bir diğer sonuçtur.

Aydoğdu (2006), çalışmasında ilköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerileri etkileyen değişkenleri belirlemeyi amaçlamıştır. Bunun yanında araştırmada bilimsel süreç becerileri ile akademik başarı, fene yönelik tutum ve ailelerin gösterdikleri ilgi

arasındaki ilişki de incelenmiştir. Bu bağlamda çalışmada ele alınan bağımsız değişkenler arasında cinsiyet, anne-baba eğitim düzeyi, bilgisayara sahip olma durumu, ayrı bir çalışma odasına sahip olma durumu ve ailelerin gelir düzeyi olarak belirlenmiştir. Araştırma tarama modelinde yürütülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin orta düzeyin altında olduğu, erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre daha yüksek bilimsel süreç becerisi puanlarına sahip olmalarına rağmen aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar, anne okuryazarlık durumuna göre değerlendirildiğinde okuryazarlık durumu arttıkça bilimsel süreç becerileri testinden alınan puanların da arttığı görülmüş; fakat bir tek eğitim düzeyi okuryazar ve lise mezunu olarak tanımlanan eğitim düzeyleri arasında lise mezunu olanlar lehine anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Sonuçlara babaların eğitim durumuna göre bakıldığında ise yine benzer şekilde okuryazarlık durumu arttıkça bilimsel süreç becerileri testinden alınan puanların da arttığı görülmüş; eğitim durumu ilkökul mezunu ve lise mezunu olanlar arasında lise mezunu olanlar lehine, ilkökul mezunu ve yüksekokul/üniversite mezunu olanlar arasında yüksekokul/üniversite mezunu olanlar lehine anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Sonuçlar bilgisayar sahibi olma durumuna göre değerlendirildiğinde bilgisayar sahibi olanların olmayanlara göre anlamlı derecede daha yüksek bilimsel süreç beceri puanına sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmada ayrı çalışma odasına sahip olma ve ailelerin gelir düzeyi durumlarının ise bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı farklılık yaratmadığı; fakat ailelerin gelir düzeyi arttıkça bilimsel süreç becerileri puanlarının da arttığı belirlenmiştir. Bunlara ek olarak bilimsel süreç becerileri ile akademik başarı, fene yönelik tutum ve ailelerin gösterdikleri ilgi değişkenleri arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerini kullanma düzeylerinin yanı sıra yapılandırmacı öğretmen anlayışını uygulama düzeylerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini etkilediği de araştırmadan elde edilen bir diğer sonuçtur.

Aktamış (2007) yapmış olduğu araştırmada, deney grubundaki öğrencilere bilimsel süreç becerilerinin eğitimi, kontrol grubundaki öğrencilere ise geleneksel öğretim yöntemleri deneysel işlem süreci olarak uygulanmıştır. Bilimsel süreç becerileri eğitimi uygulaması sonrasında başarı puanları açısından deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında deney grubunun kendi arasında uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde bir gelişme gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunun başarı puanlarının uygulama öncesine göre arttığı tespit edilmesine rağmen artışın anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Böylece eğitim sonrasında

bilimsel süreç becerileri eğitimi alan gruptaki öğrencilerin, geleneksel öğretim yapılan gruptaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu ile kontrol grubunda fene yönelik tutumlarda artış olmasına rağmen her iki grup içinde son ölçüm puan ortalamaları arasında fene yönelik tutumlarının anlamlı düzeyde farklılaşmadığı belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerileri eğitimi alan deney grubu ile geleneksel öğrenme yöntemi ile ders gören kontrol grubu kıyaslandığında bilimsel süreç becerileri eğitimi alan deney grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ve bilimsel süreç becerileri artışının anlamlı farklılık yaratacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin çoğunun eğitim sırasında uygulanan etkinliklerin öğrenmeye, yaratıcılığa ve bilimsel süreç becerilerine yönelik olumlu etkisi olduğuna yönelik görüş bildirdikleri araştırmadan elde edilen diğer bir sonuçtur.

Kanlı (2007) yapmış olduğu çalışmada 7E merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve mekanik konularındaki kavramsal başarıları üzerine olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma, ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışmadır. Çalışmanın deney grubunda 7E modeli merkezi laboratuvar yaklaşımı, kontrol grubunda ise doğrulama laboratuvarı yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda her iki yaklaşımın da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkisi olduğu belirlenmiştir. 7E modeli merkezli laboartuvar yaklaşımının doğrulama laboratuvar yaklaşımına göre bilimsel süreç becerilerini anlamlı bir düzeyde arttırdığı gözlenmiştir. Bu doğrultuda değişkenleri belirleme, kontrol etme, işlevsel tanımlama ve hipotez kurma becerilerinde deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilere göre anlamlı derecede daha yüksek başarıya sahip oldukları, bunun yanında grafiği ve verileri yorumlama ile araştırma tasarlama becerilerinde ise anlamlı bir düzeyde olmasa da daha yüksek başarılarla sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda 7E modeli merkezli laboartuvar yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin *Kuvvet Kavram Testi* puanları ile *Kuvvet ve Hareket Kavram Testi* puanlarının doğrulama laboratuvar yaklaşımına göre öğrenim gören öğrencilere göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Daha sonra her iki kavram testi puanlarının toplamı ile kavramsal düzeye ilişkin sonuçlar elde edilmiş olup 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin, doğrulama laboratuvar yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bir kavramsal başarı düzeyine ulaştıkları belirlenmiştir.

Yang ve Heh (2007) yapmış oldukları çalışmada geleneksel laboratuvar öğretimi ile internet sanal fizik laboratuvarı öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri performansları, bilgisayara yönelik tutumları ve akademik başarıları üzerine olan etkilerini araştırmayı ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada deney ve kontrol grubu olup, deney grubunda internet sanal laboratuvar öğretimi uygulanırken kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar öğretimi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin son test akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri ortalama puanları kontrol grubu ile kıyaslandığında anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bilgisayara yönelik tutumlar açısından sonuçlar incelendiğinde ise gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak internet sanal laboratuvar öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği saptanmıştır.

Ünal-Çoban (2009) yapmış olduğu çalışmada modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, kavramsal anlamalarına, bilimsel bilgi ve varlık anlayışları üzerine olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada fen dersi, deney grubunda modellemeye dayalı bir şekilde işlenirken, kontrol grubunda ise fen ve teknoloji programına uygun bir şekilde işlenmiştir. Araştırmanın sonunda deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrenciler arasında kavramsal anlama düzeyleri ve bilimsel süreç becerileri yönünden deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Aynı zamanda uygulama sonunda her iki gruptaki öğrencilerin bilimsel bilgiye yönelik görüşleri artmış olmasına rağmen bu artışın anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Buna ek olarak bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüşlerde de deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise kavramsal anlama, bilimsel bilgiye ve bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüş değişkenlerinin bilimsel süreç becerileri değişkenini anlamlı olarak yordadıkları üzerinedir.

Aktamış ve Yenice (2010) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve eleştirel düşünme becerilerini belirlenmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin orta düzeyde eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerisine sahip oldukları belirlenmiştir. Katılımcıların yarıdan fazlasının (%53.9) orta düzeyde ve az bir kısmının (%7.5) ise yüksek düzeyde bilimsel süreç becerisine sahip olduğu saptanmıştır. Bilimsel süreç becerilerinin cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde, okul türüne göre sosyo-ekonomik statüsü yüksek olan okullar ile orta ve düşük sosyo-ekonomik statüde olan okullar arasında sosyo-

ekonomik statüsü yüksek olan okul lehine anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin çoğunun (%77.3) orta düzeyde, birkaçının (%22.4) yüksek düzeyde ve sadece bir kişinin (%3) düşük düzeyde eleştirel düşünme becerisine sahip olduğu belirlenmiştir. Eleştirel düşünme becerisinin cinsiyete ve okulların sosyoekonomik düzeylerine göre anlamlı farklılık göstermediği saptanmıştır.

Miles (2010), yapmış olduğu çalışmada ilköğretim öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerine yönelik ilgilerini, aşinalıklarını, kavramsal bilgilerini ve performanslarını belirlemeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda ele alınan bu değişkenlerin birbirleriyle nasıl ilişkili oldukları da araştırmada incelenen diğer bir durumdur. Araştırmada öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine yönelik aşinalık durumları ile ilgileri arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine yönelik iyi düzeyde performans gösterdikleri; fakat düşük düzeyde kavramsal bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin neredeyse büyük bir çoğunluğu bilimsel süreç becerilerine aşina olduklarını ve anladıklarını belirtmelerine rağmen, kendilerinin yetersiz ve eksik bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmada hem temel hem de bütünleştirilmiş süreç becerilerine aşinalığın yüksek olduğu ve katılımcıların süreç becerileri hakkında daha fazla bilgi edinmeyi istediklerine yönelik sonuçlar belirlenmiştir. Öğretmenlerin değişkenleri kontrol etme ve model oluşturmaya yönelik en az düzeyde aşina oldukları ve bütünleştirilmiş süreç becerilerinin tamamı hakkında daha fazla bilgi edinmek istedikleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine yönelik kavramsal bilgi açısından zayıf bir performans gösterdikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin kavramsal bilgisinin en düşük olduğu beceri ölçme becerisi iken en yüksek olduğu beceri deney yapma becerisi olarak belirlenmiş olup; en yüksek aşinalık gözlem yapma becerisine, en düşük aşinalık model oluşturma becerisine; en yüksek ilgi deney yapma becerisine, en düşük ilgi ölçme becerisine; en yüksek performans sınıflandırma becerisine, en düşük performans ise grafikleme becerisine yönelik olmuştur. Burada en yüksek ve en düşük ilgi ile en yüksek ve en düşük kavramsal bilgiye yönelik becerilerin aynı olduğunun belirlenmesi dikkat çeken sonuçlardan biri olarak tespit edilmiştir.

Lati, Supasorn ve Promarak (2012), öğrencilerin bilimsel sorgulama temelli aktiviteler aracılığı ile başarı puanlarını ve bütünleştirilmiş süreç becerilerini geliştirmeye yönelik bir çalışma yapmayı amaçlamışlardır. Uygulama, haftada üç saat olmak üzere dört hafta boyunca bilimsel sorgulama temelli aktiviteler çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda

öğrencilerin başarılarına yönelik son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin çalışma sonucunda bütünleştirilmiş süreç becerilerinde iyi bir düzeye ulaştıkları da saptanmıştır. Sonuç olarak bilimsel sorgulama temelli aktivitelerin, öğrencilerin başarılarını ve bütünleştirilmiş süreç becerilerini etkili bir şekilde geliştirdiği belirlenmiştir.

Aydoğdu ve Buldur (2013) yapmış oldukları çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini birtakım değişkenlere göre incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada bağımsız değişken olarak sınıf düzeyi ve cinsiyet ele alınmıştır. Çalışmada bilimsel süreç becerileri değerlendirilirken alınan puanlar *temel beceri, üst düzey beceri ve bilimsel süreç becerileri toplamı* olmak üzere 3 aşamada değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda sınıf öğretmeni adaylarının temel süreç becerilerinde en fazla yüzdelik başarıyı (%63) çıkarım yapma becerisinde, en düşük yüzdelik başarıyı (%53) ise ölçme becerisinde gösterdikleri belirlenmiştir. Üst düzey becerilerde ise en fazla yüzdelik başarıyı (%77) veri ve ölçümleri yorumlama becerisinde, en düşük yüzdelik başarıyı (%39) ise hipotez kurma becerisinde gösterdikleri saptanmıştır. Katılımcıların bilimsel süreç becerilerinin temel beceri puanları ile üst düzey beceri puanları arasında temel beceri puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların bilimsel süreç becerileri puanları sınıf düzeylerine göre değerlendirildiğinde, temel beceri puanları açısından sınıf düzeyi arttıkça puanları artmasına rağmen anlamlı bir farklılığın olmadığı; fakat üst düzey beceri puanlarına göre 1. ve 4. sınıflar arasında 4. sınıflar lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerileri toplam puanları açısından ise 1. ve 2. sınıflar arasında 2. sınıflar lehine; 1. ve 3. sınıflar arasında 3. sınıflar lehine, 1. ve 4. sınıflar arasında 4. sınıflar lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların bilimsel süreç becerileri puanları cinsiyetlerine göre değerlendirildiğinde ise, tüm puan türlerinde anlamlı farklılık belirlenmemesine rağmen, üst düzey beceri puanları türünde erkeklerin kadınlardan daha yüksek puanlara sahip olduğu, temel beceri türünde ve bilimsel süreç becerileri toplam puan türünde ise kadınların erkeklerden daha yüksek puanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise; sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarıları ile temel beceri puanları arasında düşük; üst düzey beceri puanları ve bilimsel süreç becerileri toplam puanları arasında ise orta düzeyde bir ilişki olduğudur.

Çelik (2013) yapmış olduğu çalışmada probleme dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, öğrenme yaklaşımları ve fizik dersi başarılarına olan

etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada uygulama süresince deney grubunda probleme dayalı öğrenme kontrol grubunda ise geleneksel öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin fizik dersi başarılarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda deney grubundakiler *Elektrik Alanlar, Gauss Kanunu, Elektriksel Potansiyel, Sığa ve Dielektrikler, Akım ve Direnç* üniteleri klasik fizik sınavı testlerinden kontrol grubundakilere göre anlamlı derecede daha yüksek başarı elde ettikleri belirlenmiştir. Uygulama sonunda elektrik üniteleri başarı testi puanlarının deney ve kontrol grubunda anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Elektrik Üniteleri başarı testi puanlarının öğrenme yaklaşımlarına göre durumu incelendiğinde ise deney grubundaki öğrencilerin derinsel ve yüzeysel öğrenme alanı ile stratejik ve yüzeysel öğrenme alanları arasında başarı durumlarının anlamlı derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur. Kontrol grubunda ise bunlara ek olarak derinsel ve stratejik öğrenenler arasında da anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Aynı zamanda deney grubunda yer alan derinsel ve stratejik öğrenen öğrencilerin, yüzeysel öğrenen öğrencilerden daha yüksek başarı gösterdikleri saptanmıştır. Uygulama sonunda öğrenme yaklaşımına göre fizik başarısı incelendiğinde; her öğrenme yaklaşımı deney ve kontrol gruplarının son ölçüm puanlarına göre kıyaslandığında; her öğrenme yaklaşımı içerisinde deney grubu öğrencileri lehine bir sonuç bulunmuştur. Uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri açısından deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Genel olarak probleme dayalı öğrenmenin geleneksel öğrenme ile kıyaslandığında bilginin kalıcı kılınmasında ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmesinde daha etkili olduğu, motivasyonu arttırdığı, araştırma becerilerini geliştirdiği olumlu; daha fazla zaman gerektirmesi, oturumlarda baskın olanların sürekli söz hakkı alması ise olumsuz olarak değerlendirilebilecek nitel verilere ait bazı sonuçlar arasındadır.

Jack (2013) yapmış olduğu çalışmada cinsiyet, öğrenci tutumu, okul yeri, okul tipi, laboratuvar yeterliliği ve sınıf büyüklüğü gibi seçilmiş değişkenlerin bilimsel süreç becerileri edinimi üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonucunda cinsiyet, okul yeri ve okul türü değişkenlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini edinimi üzerinde etkisi olmadığını belirlenmiştir. Bunun aksine, öğrenci tutumu, laboratuvar yeterliliği ve sınıf büyüklüğü değişkenlerinin ise öğrencilerin bilimsel süreç becerileri kazanımları üzerinde etkisi olduğu saptanmıştır.

Nworgu ve Otum (2013), yapmış oldukları çalışmada analoji öğretim stratejisi ile rehberli sorgulamanın öğrencilerin bilimsel süreç becerileri kazanımı üzerine olan etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın deney grubunda analoji öğretim yöntemi ile rehberli sorgulama kullanılırken, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kazanmalarını sağlamada analoji ile rehberli sorgulama öğretim yöntemi lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda analoji ile rehberli sorgulamanın kullanımının, bilimsel süreç becerilerinin edinilmesinde erkekler ve kadınlar arasındaki boşluğun önemli ölçüde azalmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Ünal-Çoban (2013) çalışmasında, argüman haritaları tarafından desteklenen sorgulama temelli laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve epistemolojik görüşleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada deney grubunda argüman haritaları ile desteklenen sorgulama temelli laboratuvar etkinlikleri ile öğretim yapılırken, kontrol grubunda ise sorgulama tabanlı laboratuvar etkinlikleri ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrasında deney grubunun epistemolojik görüşlere yönelik puanları kontrol grubundan daha yüksek olmasına rağmen, her iki grup da kendi içinde değerlendirildiğinde son test puan ortalamaları ön test puan ortalamalarından daha düşük düzeyde bulunmuştur. Uygulama öncesinde deney grubunun bilimsel süreç becerilerine yönelik puanlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve uygulama sonrası ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hem deney hem kontrol grubu bazında değerlendirildiğinde ise uygulama sonunda deney grubundaki öğretmen adaylarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarına kıyasla daha yüksek bilimsel süreç beceri puanı elde ettikleri belirlenmesine rağmen, her iki grup da kendi içinde değerlendirildiğinde son test puan ortalamaları ön test puan ortalamalarından daha düşük düzeyde bulunmuştur. Araştırma sonucunda argüman haritaları destekli sorgulamanın öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini anlamlı ölçüde etkilediği; fakat epistemolojik görüşler üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Raj ve Devi (2014), yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini edinme düzeyleri ile bilimsel süreç becerilerine ilişkin boyutlarda bazı değişkenlere göre anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda gözlem yapma, ölçme, sınıflandırma, çıkarım yapma ve tahminde bulunma becerilerine kıyasla iletişim becerisinin daha yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Cinsiyete

göre bakıldığında gözlem yapma becerisinde kız öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık olup diğer beceri boyutlarında herhangi bir anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Yerleşime bağlı olarak ölçme becerisinde kentsel ve kırsal öğrenciler arasında kentsel öğrenciler lehine anlamlı farklılık olup, geri kalan diğer alt boyutlar için anlamlı farklılık bulunmamıştır. Okul yönetim türüne göre öğrenciler sınıflandırma, iletişim kurma, çıkarım yapma alt boyutlarında ve bilimsel süreç becerilerinin toplamında anlamlı farklılık gösterdikleri belirlenmiş olup, diğer bilimsel süreç alt boyutlarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Öğretim diline göre çıkarımda bulunma ve iletişim alt becerilerinde ve bilimsel süreç becerilerinin toplamında İngilizce lehine anlamlı farklılık belirlenmiş, diğer alt boyutlarda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Son olarak bilimsel süreç becerileri ile fen başarısı arasında çok düşük düzeyde bir ilişki olduğu da belirlenen diğer sonuçlar arasındadır.

Siahaan, Suryani, Kaniawati, Suhendi ve Samsudin (2017) yapmış oldukları çalışmada basit bilgisayar simülasyonu kullanarak öğrencilerin doğrusal hareket kavramı hakkında bilimsel süreç becerilerinin gelişimini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda multimedya bilgisayar kullanımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirebileceği belirlenmiştir. Aynı zamanda bilimsel süreç becerilerinden gözlem becerilerinde %47'lik orta düzeyde, özetleme becerisinde %43'lük orta düzeyde, tahmin becerisinde %70'lik yüksek düzeyde, iletişim becerisinde %44'lük orta düzeyde ve sınıflandırma becerisinde ise %49'lük orta düzeyde bir artış olduğu bulunmuştur. Bilimsel süreç becerilerinin gelişimi değerlendirildiğinde; en yüksek artışın tahmin etme becerisinde, en düşük artışın ise özetleme ve iletişim becerilerinde olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının temel bilgisayar simülasyonları kullanımının bilimsel süreç becerilerinde orta düzeyde bir gelişme sağlayabileceğini ortaya koyduğu belirlenmiştir.

Arantika, Saputro ve Mulyani (2019) yapmış oldukları çalışmada, rehberli sorgulama temelli modüllerin bilimsel süreç becerilerini geliştirme üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada, deney sınıfında rehberli sorgulama modüllerinin, kontrol sınıfında ise geleneksel ders kitabının kullanıldığı bir süreç gerçekleştirilmiştir. Araştırmada deney sınıfında yer alan öğrencilerin, kontrol sınıfındakilerden daha iyi kategori yüzdesine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda düşük kategori her iki sınıfta da sıfır iken, orta kategorideki yüzde kontrol grubunda daha yüksek olduğu için, kontrol sınıfında orta dereceli iyileşmenin deney sınıfından daha iyi çıktığı belirlenmiştir. Yüksek kategorideki yüzde ise deney sınıfında daha yüksek olduğu için, deney grubunda yüksek kategorideki

iyileşmeye sahip öğrenci yüzdesinin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu söylenebilir. Bu durumda rehberli sorgulama temelli modüllerin kullanıldığı deney sınıfının, kontrol sınıfına kıyasla daha iyi sonuçlar geliştirdiği söylenebilir. Deney sınıfında bilimsel süreç becerisi göstergesi başarısının kontrol sınıfından daha iyi olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonunda deney ve kontrol sınıfındaki en düşük bilimsel süreç becerisi göstergesi başarısının deney ve kontrol sınıfları için sırasıyla hipotez oluşturma ve iletişim kurma olduğu saptanmıştır. Hem deney hem kontrol sınıfındaki en yüksek başarı yüzdesinin ise kavram uygulama olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak rehberli sorgulamaya dayalı modüllerin, bilimsel süreç becerilerini geliştirmede bir etki sağladığı belirlenmiştir.

2.2.3. Kavramsal Anlama İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Şimşek ve Kabapınar (2010) yapmış oldukları çalışmada, sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarının kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutumlar üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda sorgulama temelli öğretim uygulamasından sonra öğrencilerin kavram testi puan ortalamalarının uygulama öncesine göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumda sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinden anlamlı derecede olumlu bir etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde öğrencilerin sorgulama temelli öğretim uygulamasından sonra bilimsel süreç becerileri puan ortalamalarının uygulama öncesine anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Bu durumda sorgulama temelli öğrenmenin bilimsel süreç becerilerini gelişimi üzerine anlamlı derecede olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin en fazla ölçme, korelasyon/sınıflandırma becerileri ve hipotez oluşturma alt beceri gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Son olarak sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin bilime karşı tutumlarına ilişkin puan ortalamaları üzerinde uygulama öncesine göre az olsa düşmeye sebep olduğu belirlenmiş olup, anlamlı bir farklılığa yol açmadığı saptanmıştır.

Trundle, Atwood, Christopher ve Sackes (2010) yapmış oldukları çalışmada, geleneksel olmayan rehberli sorgulama öğretiminin öğrencilerin ay kavramlarına yönelik kavramsal anlamalarına olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma kapsamında öğrencilerin uygulama öncesi ayın şekilleri ve aşamaları, ayın evreleri ve ayın evrelerinin nedenleri üzerine öğretim öncesi kavramlarının neler olduğu belirlenmiştir. Daha sonra öğrencilerin öğretim öncesi kavramları ile kıyaslandığında öğretim sonrası kavramlarının durumu değerlendirilmiştir. Öğretim öncesinde katılımcıların çok azı (%5) ayın evrelerine yönelik bilimsel çizimlere sahip olmalarına rağmen uygulama sonrası katılımcıların büyük bir

çoğunluğunun (%85) hatasız bilimsel ay evreleri çizdiği belirlenmiştir. Uygulama öncesinde katılımcıların büyük bir çoğunluğunun (%85) düzenli olarak tekrarlanan ay evreleri bilgisini bilimsel olmayan bir şekilde sınıflandırdıkları tespit edilmiştir. Yine uygulama öncesinde katılımcıların çok azı (%15) ise gittikçe solan ve gittikçe büyüyen ay sıralaması çizimlerini bilimsel olarak doğru çizerken, uygulama sonrasında ise katılımcıların yarısının (%50) bilimsel olarak gittikçe solan ve gittikçe büyüyen ay sıralamalarını başarılı bir şekilde çizebildikleri belirlenmiştir. Uygulama öncesinde katılımcıların hiçbirinin ayın evrelerinin nedenleri hakkında da bilimsel açıklamalar sunamadıkları tespit edilmiştir. Uygulama sonunda ise katılımcıların yarısına yakınının (%40) hem ayın bilimsel evrelerini hem de gittikçe solan ve gittikçe büyüyen ay sıralamalarını bilimsel olarak çizebildiği aynı zamanda katılımcıların yarıdan fazlasının (%73) ise ayın evrelerinin nedenlerine yönelik bilimsel açıklamalar sunabildikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ilgili veriler ışığında rehberli sorgulamanın öğrencilerin kavramsal anlayışlarının daha fazla bilimsel hale gelmesinde ve büyük ölçüde gelişmesinde etkili olduğu saptanmıştır.

Almuntasheri, Gillies ve Wright (2016) yapmış oldukları çalışmada öğretmen odaklı yaklaşım ile rehberli sorgulamaya dayalı yaklaşımın etkililiğini karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Bu iki yaklaşımın fen bilimlerini anlama ve açıklamayı geliştirme üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada rehberli sorgulamada bulunan öğrencilerin daha iyi bir kavramsal anlayışa ulaştıkları ve bilimsel açıklama düzeylerinde anlamlı derecede yüksek gelişme gösterdikleri belirlenmiştir.

Fang ve diğerleri (2016), çalışmalarında yapılandırılmış ve rehberli sorgulama birimlerinin dâhil olduğu bilgisayar tabanlı bir sorgulama müfredatı geliştirerek bu müfredatın kavramsal bilgilerinin ve sorgulama becerilerinin gelişimini nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada farklı değerlendirme düzeylerinde müfredatın bir bütün olarak ve farklı sorgulama birimleri türlerinin, öğrencilerin kavramsal anlama ve sorgulama yeteneklerinin gelişimini nasıl etkilediğini araştırmak için bir yol analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmada 6 öğrenme ünitesi yer almıştır. Araştırma sonucunda genel olarak müfredatın entegre bilimsel bilginin oluşturulmasına yardımcı olduğu ve altı bilimsel konu bağlamında öğrencilerin kavramsal bilgilerini ve sorgulama becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir.

Wardani, Widodo ve Winarno (2017) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli ve sorgulama temelli olmayan laboratuvar aktivitelerinin öğrencilerin ısı ve optik konuları üzerine kavramsal anlamalarına olan etkisini kıyaslayarak sorgulama temelli laboratuvar aktivitesinin etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Aynı zamanda sorgulama temelli yöntemin cinsiyet üzerindeki etkililiği de çalışmanın bir diğer amacını oluşturmuştur. Araştırmanın deney grubunda sorgulama temelli laboratuvar etkinlikleri kullanılırken, kontrol grubunda sorgulama temelli olmayan laboratuvar etkinlikleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulama temelli laboratuvar etkinliklerinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin sorgulama temelli olmayan laboratuvar etkinliklerinin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek kavramsal anlamalara ulaştıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda sorgulama temelli laboratuvar aktivitelerinin cinsiyete yönelik anlamlı bir farklılığa yol açmadığı dolayısıyla cinsiyet bazında değerlendirildiğinde hem kız hem erkek öğrencilere aynı etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Annisa ve Rohaeti (2018) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin kimyasal denge kavramını akademik anlamaları üzerinde sorgulama temelli öğrenme modelinin uygulanmasının etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Eşitlenmemiş kontrol gruplu modelin kullanıldığı araştırmada yer alan deney grubunda sorgulama temelli öğrenme modeli, kontrol grubunda ise 5M modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulama temelli öğrenmenin uygulandığı deney grubunda yer alan öğrencilerin, 5M öğrenme modelinin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha yüksek kavramsal anlama puanlarına sahip oldukları görülmüştür. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin 5M öğrenme modeline göre kavramsal anlamayı geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada yarı deneysel tasarımda eşitlenmemiş kontrol gruplu model kullanılmıştır. Eşitlenmemiş kontrol gruplu model, ön test-son test kontrol gruplu modele benzemektedir (Karasar, 2002). Fakat bu iki model arasındaki farka bakıldığında; ön test son test kontrol gruplu modelde deneklerin gruplara rastgele atanması söz konusu iken (Büyükoztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016; Karasar, 2002); eşitlenmemiş kontrol gruplu modelde denekler gruplara rastgele yansız atama yolu ile atanmazlar (McBurney ve White, 2009). Fakat katılanların benzer nitelikte olmalarına mümkün mertebe özen gösterilir (Karasar, 2002). Eşitlenmemiş kontrol gruplu modelde hem ön test hem de son test uygulamasının gerçekleştirildiği bir deney ve bir kontrol grubu yer almaktadır (Campbell ve Stanley, 1963). Eşitlenmemiş kontrol gruplu modelin Karasar (2002) tarafından sunulan simgesel görünümü Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1

Eşitlenmemiş kontrol gruplu model

G ₁	O _{1.1.}	X	O _{1.2.}
G ₂	O _{2.1.}		O _{2.2.}

Bu araştırmada bir deney ve bir kontrol grubu yer almaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan, basit elektrik devreleri kavram testi, bilimsel süreç becerileri testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu her iki gruba da deneysel işlem öncesinde ve deneysel işlem sonrasında sunulmuştur. Araştırmanın çalışma deseni Tablo 2’de belirtilmektedir.

Tablo 2

Araştırmanın çalışma deseni

Grup	Ön Test	İşlem	Son Test
Deney Grubu	Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi	Sorgulama Temelli Öğretim	Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi
	Bilimsel Süreç Becerileri Testi		Bilimsel Süreç Becerileri Testi
	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu		Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu
Kontrol Grubu	Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi	Geleneksel Öğretim	Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi
	Bilimsel Süreç Becerileri Testi		Bilimsel Süreç Becerileri Testi
	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu		Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 Bahar Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan birinci sınıf B şubesine kayıtlı öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın deney grubunda 21, kontrol grubunda ise 20 öğrenci yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcıların 13'ü kız, 8'i ise erkek sınıf öğretmeni adaylarından oluşmaktadır. Kontrol grubundaki katılımcıların ise 10'unu erkek, 10'unu ise kız sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına etkisinin incelendiği bu çalışmada, veri toplama araçları olarak *Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi*, *Bilimsel Süreç Becerileri Testi* ve *Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu* kullanılmıştır. Araştırmanın ilerleyen kısımlarında bu veri toplama araçlarına ilişkin detaylı bilgiler verilmektedir.

3.3.1. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi ve Geliştirilme Süreci

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek için, araştırmacı tarafından üç aşamalı *Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi* geliştirilmiştir.

Kavram testi geliştirilirken Treagust (1988)'un alan yazına kazandırdığı temelde üç aşamadan oluşan, ilk basamağında içeriğin tanımlanmasının, ikinci basamağında kavram yanlışlarının belirlenmesinin, üçüncü basamağında ise testin geliştirilmesinin yer aldığı yapı göz önünde bulundurulmuştur. Bu yapıya uygun olarak kavram testinin geliştirilme aşamasını

özetle açıklamak gerekirse, ilk aşamada ele alınan konu kapsamında kavram testinin içeriğinde yer alacak konulara ve kavramlara ve bunlara ilişkin kavram yanlışlarına yönelik alan yazında yer alan kaynaklar taranmıştır. Ardından en sık karşılaşılan kavram yanlışlarına ilişkin ölçülmesi hedeflenen kavramları belirleme yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda araştırmacı tarafından geliştirilen kavram testinde; *elektrik akımı, potansiyel fark, ohm yasası, açık devre, kısa devre, elektriksel güç (lambda parlaklığı) ve ölçü aletlerinin bağlanması* olmak üzere yedi kavram üzerinde durulmuştur. Üçüncü basamak kapsamında ise üç aşamalı test geliştirilmiştir. Bunun için alan yazında yer alan elektrik akımına, basit elektrik devrelerine ve bunların içinde yer alan kavramlara ilişkin sıkça rastlanan kavram yanlışlarından yola çıkılmıştır. Bunu belirlemeye yönelik basit elektrik devreleri, elektrik akımı ve bunları oluşturan konular ile ilişkili kavramsal anlamaların, kavram yanlışlarının yanı sıra çoktan seçmeli, iki aşamalı ve üç aşamalı testlerin yer aldığı pek çok çalışma (Afra, Osta ve Zoubeir, 2009; Arnold ve Millar 1987; Asami, King ve Monk, 2000; Aykutlu ve Şen, 2012; Chambers ve Andre, 1997; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Cosgrove, 1995; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Duit ve von Rhöneck, 1998; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhardt ve Beichner, 2004; Evans, 1978; Frederiksen, White ve Gutwill, 1999; Fredette ve Clement, 1981; Fredette ve Lochhead, 1980; Gaigher, 2014; Heller ve Finley, 1992; Küçüközer, 2003; Lee ve Law, 2001; Licht, 1987; Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Van Heuvelen, 2001; McDermott ve Shaffer, 1992; Millar ve King, 1993; Osborne, 1983; Önder, Şenyiğit ve Sılay, 2017; Pardhan ve Bano, 2001; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Picciarelli, Di Gennaro, Stella ve Conte, 1991; Psillos, Koumaras ve Tiberghien, 1988; Shepardson ve Moje, 1994; Shipstone, 1984; Shipstone, 1988; Shipstone ve diğerleri, 1988; Tarciso Borges ve Gilbert, 1999; Tsai, 2003; Tsai, Chen, Chou ve Lain, 2007; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006) incelenmiştir.

Geliştirilen testteki tüm soruların ilk aşamasında, ölçülmesi hedeflenen kavramlara göre hazırlanmış olan geleneksel çoktan seçmeli dört seçenekten oluşan sorular yer almaktadır. Testin ikinci aşamasında; ilk aşamada yer alan soruya verilen cevabın nedenini belirlemeye yönelik ve genellikle öğrencilerin kavram yanlışlarından oluşan olası seçenekler bulunmaktadır. Testin üçüncü aşamasında ise, öğrencilerin önceki aşamalarda vermiş oldukları yanıtlardan emin olup olmama durumlarını sorgulayan bir soru yer almaktadır. Testte yer alan tüm sorular bu yapıda oluşturulmuştur. Testin kapsam ve görünüş geçerliğini belirlemek adına uzman görüşlerine başvurulmuştur. Alınan uzman görüşleri neticesinde teste ilişkin bazı madde köklerinde, çeldiricilerde ve şekillerde gerekli revize işlemleri yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra, son hali 16 maddeden oluşan test elde edilmiştir. Geliştirilen basit elektrik devreleri kavram testi Ek 3’te yer almaktadır. Basit elektrik devreleri kavram testinde

yer alan soruların, ölçülmesi hedeflenen kavramlara göre dağılımı ise Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3

Basit elektrik devreleri kavram testinde yer alan soruların ölçülmesi amaçlanan kavramlara göre dağılımı

Kavramlar	Soru Numarası	Soru Sayısı
Elektrik Akımı	1-10-13	3
Potansiyel Fark	16	1
Ohm Yasası	7-15	2
Açık Devre	2-3	2
Kısa Devre	4-5	2
Elektriksel Güç (Lamba Parlaklığı)	6-11-12-14	4
Ölçü Aletlerinin Bağlanması	8-9	2

(Şenyiğit ve Sılay, 2019)

Tablo 3 incelendiğinde araştırmacı tarafından geliştirilen kavram testinin; elektrik akımı, potansiyel fark, ohm yasası, açık devre, kısa devre, elektriksel güç (lamba parlaklığı), ölçü aletlerinin bağlanması olmak üzere temelde 7 kavram üzerine olduğu görülmektedir. Ölçülmesi hedeflenen bu kavramlar temele alınarak, lisans öğrencilerine yönelik olarak geliştirilen basit elektrik devreleri kavram testinin, alana katkı ve çeşitlilik sağlayacağı düşünülmektedir.

3.3.1.1. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi'nin Puanlanması

Alan yazında üç aşamalı testlerin puanlamasında kullanılan, ulaşılabilen puanlama sistemleri (Arslan ve diğerleri, 2012; Peşman, 2005; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Şen ve Yılmaz, 2017) incelenmiştir. İncelenen puanlama sistemlerinin, birbirleri ile benzer noktalar barındırdıkları belirlenmiştir. Bu araştırmada kavram testinin puanlanmasında ise Arslan ve diğerleri (2012)'nin kodlama sistemini temele alarak hazırlanan, daha kapsamlı ve güncel olduğu düşünülen Şen ve Yılmaz (2017)'in dokuz aşamadan oluşan puanlama sistemi kullanılmıştır. Bu puanlama sistemine ilişkin açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Puanlama 1: Sadece birinci aşamada verilen yanıtların incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde katılımcıların birinci aşamada verdikleri yanıtın doğru olduğu durum 1, yanlış olduğu durum ise 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 2: Hem birinci hem de ikinci aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde katılımcıların birinci ve ikinci aşamada verdikleri yanıtların her ikisinin de doğru olduğu durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 3: Birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde katılımcıların, birinci ve ikinci aşamada verdikleri yanıtların her ikisinin de doğru olduğu ve üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin oldukları durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 4 (Bilgi Eksikliği): Katılımcıların verdikleri yanlış cevapların her zaman kavram yanılgısı olarak değerlendirilmemesi gerektiğine dair bu anlamda ayrı bir kategori oluşmasını sağlayan; birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde; katılımcıların, birinci ve ikinci aşamada verdikleri yanıtların her ikisinin de yanlış olduğu ve üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin olmadıkları durumlar ile aynı zamanda katılımcıların, birinci ve ikinci aşamada verdikleri yanıtlarından herhangi birinin yanlış olduğu ve üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin olmadıkları durumlar da 1; bu durumlardan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 5 (Şanslı Tahmin): Doğru yanıt veren katılımcıların doğru cevaplarının her zaman emin olunarak verilmiş doğru yanıtlar olarak değerlendirilmemesi gerektiğini; çünkü doğru cevapların bazen sadece şanslı bir tahmin olabileceğine dair bu anlamda ayrı bir kategori oluşmasını sağlayan; birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde; katılımcıların birinci ve ikinci aşamada verdikleri yanıtların her ikisinin de doğru olduğu, üçüncü aşamada ise verdikleri yanıtlardan emin olmadıkları durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 6 (Kavram Yanılgısı): Her bir sorudan alınmış olan puanlar, o soruda ölçülmesi hedeflenen içeriğe yönelik kavram yanılgısına sahip olduğunu ifade eden; birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde; katılımcıların birinci ve ikinci aşamada vermiş oldukları yanıtların her ikisinin de yanlış olduğu, üçüncü aşamada ise verdikleri yanıtlardan emin oldukları durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 7 (Kavram Yanılgısı/Yanlış Pozitif): Katılımcıların yanlış bir gerekçeye sahip olmalarına rağmen soruya doğru cevap verdikleri ve yanıtlarından da emin oldukları durumu ifade eden; birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde; katılımcıların birinci aşamada doğru, ikinci aşamada yanlış yanıt verdikleri, üçüncü aşamada ise verdikleri yanıtlardan emin oldukları durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 8 (Kavram Yanılgısı/Yanlıı Negatif): Katılımcıların doğru bir gerekçeye sahip olmalarına rağmen yanıı bir cevaba yönedikleri ve yanıtlarından da emin oldukları durumu ifade eden; birinci, ikinci ve üçüncü aşamada verilen yanıtların birlikte incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde; katılımcıların birinci aşamada yanıı, ikinci aşamada doğru yanıı verdikleri, üçüncü aşamada ise verdikleri yanıtlardan emin oldukları durum 1, bu durumdan farklı geri kalan tüm durumlar 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017).

Puanlama 9 (Güven Puanı): Sadece üçüncü aşamada verilen yanıtların incelenmesi ile oluşturulan bu puanlama türünde, katılımcıların üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin oldukları durum 1, emin olmadıkları durum ise 0 olarak kodlanmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2017). Kodlama yapılırken boş bırakılan sorular eksik veri olarak değerlendirilmiştir.

Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin gerek geçerlik, güvenirlik ve madde analizi işlemlerinde gerekse araştırmanın bulgularını elde etmeye yönelik gerçekleştirilen analizlerde, dokuz aşamadan oluşan bu puanlama sistemi dikkate alınmıştır. Bu puanlama sistemine göre oluşturulan uygun kodlamalar aracılığı ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla SPSS 23.0 programında Puanlama-1, Puanlama- 2, Puanlama-3, şanslı tahmin, bilgi eksikliği, Puanlama-6 (kavram yanılgısı), Puanlama-7 (kavram yanılgısı/yanlıı pozitif), Puanlama-8 (kavram yanılgısı/yanlıı negatif) ve Puanlama-9 (güven puanı) sütunları oluşturulmuştur.

3.3.1.2. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi Geçerlik, Güvenirlik ve Madde Analizleri

Alınan uzman görüşleri neticesinde kapsam ve görünüş geçerliği belirlenen testin madde köklerinde, seçeneklerinde ve bazı çeldiricilerinde gereken revize işlemleri yapıldıktan sonra, testin diğeri geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. Bunun için söz konusu test, 2018-2019 Bahar Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2., 3. ve 4. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 265 öğrenciye uygulanmıştır. Test uygulanmadan önce araştırmacı tarafından öğrencilere, testin yapısına ve nasıl yanıtlanacağına yönelik ayrıntılı açıklamalar sunulmuştur. Testin yanıtlanması ortalama otuz-otuz beş dakika arasında bir süre almıştır. Test uygulandıktan sonra testten elde edilen veriler incelenmiştir. Gerekli incelemeler yapıldıktan sonra toplanan verilerden 7 tanesinin kayıp veriler içerdiği belirlenmiştir. Bu nedenle kavram testinin geçerlik ve güvenirlik analizi işlemleri 258 öğrenciden elde edilen veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin ilk olarak, testin madde ayırt edicilik ve madde güçlük indekslerine yönelik, madde analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Madde analizi işlemlerini gerçekleştirmede, doğru bilgiye karşılık gelen Puanlama-3 türü üzerinden analizler

gerçekleştirilmiştir. İlk olarak SPSS 23.0 programı kullanılarak tüm öğrencilerin sorulara vermiş olduğu cevaplar uygun durumlar için 1 ve 0 girilerek kodlanmıştır. Daha sonra Puanlama-3 türüne ilişkin veriler elde edilmiştir. Puanlama-3 türüne ilişkin veriler en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanmıştır. Daha sonra en yüksek puanları alan % 27'lik öğrenci grubu ile en düşük puanları alan % 27'lik öğrenci grubu değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Ardından madde analizi işlemleri % 27'lik grup ortalamaları arasındaki fark dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksi sonuçları Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4

Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri

Madde Numarası	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Madde Güçlük İndeksi
1	.71	.39
2	.50	.31
3	.54	.39
4	.50	.36
5	.61	.35
6	.57	.34
7	.64	.36
8	.59	.31
9	.51	.34
10	.14	.40
11	.60	.39
12	.80	.40
13	.54	.30
14	.54	.30
15	.63	.34
16	.51	.31

(Şenyiğit ve Sılay, 2019)

Tablo 4 incelendiğinde, genel olarak madde ayırt edicilik indeksi değerlerinin .14 ile .80 arasında, madde güçlük indeksi değerlerinin ise .30 ile .40 arasında değiştiği görülmektedir. Tablo 4'te yer alan değerlere bir bütün olarak bakıldığında; 10 numaralı maddenin, güçlük indeksinin kabul edilebilir değerler arasında olduğu; fakat madde ayırt edicilik indeksi değerinin .20'nin altında kaldığı görülmektedir. Ebel ve Frisbie (1986) madde ayırt edicilik indeksi .19 ve altındaki maddelerin kullanılmaması gerektiğini ifade etmektedir. Alınan uzman görüşleri sonrasında, ilgili maddenin ayırt edicilik indeksi uygun değerler aralığında olmadığı için ve ilgili maddenin ölçmeyi hedeflediği kavrama yönelik, testte madde analiz değerleri daha uygun olan başka maddeler olduğu için, 10 numaralı maddenin testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Böylece kavram testinin 15 maddeden oluşan son hali elde edilmiştir. İlerleyen analizler 15 madde üzerinden gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda analiz

işlemlerinden sonra testin asıl uygulaması esnasında da öğrencilere testin 15 maddelik son hali sunulmuştur. Testin 15 maddelik son hali üzerinden değerlendirildiğinde, Tablo 4'te yer alan madde ayırt edicilik indeksi değerlerinin bu durumda .50 ile .80 arasında değiştiği görülmektedir.

Madde güçlük indeksi, ilgili soru maddesini doğru olarak cevaplayanların toplam cevaplayıcı sayısına oranını ifade etmektedir (Baykul, 2010; Erkuş, 2016; Güler, 2015; Özçelik, 2013). Madde güçlük indeksi, katılımcı gruba göre ilgili maddenin kolay ve zor olma düzeyine ilişkin bilgi vermektedir (Erkuş, 2016). Madde güçlük indeksi, 0 ile 1 arasında değişen değerler alabilmektedir (Crocker ve Algina, 1986; Erkuş, 2016). Madde güçlük indeksi değeri 1'e yaklaştıkça soru maddesinin zorluk seviyesi azalmaktadır (Ebel ve Frisbie, 1986). Bu nedenle madde güçlük indeksi değeri 0'a doğru yaklaştıkça, maddenin zorluk seviyesinin arttığı; 1'e doğru yaklaştıkça, zorluk seviyesinin azaldığı söylenebilir (Baykul, 2010; Güler, 2015; Özçelik, 2013). Tablo 4'te yer alan madde güçlük indeksleri incelendiğinde madde güçlük indeksi en düşük olan, yani öğrenci grubuna en zor gelen maddenin .30 değeri ile 13 ve 14 numaralı maddeler olduğu belirlenmiştir. Madde güçlük indeksi en yüksek olan, yani öğrenci grubuna en kolay gelen maddenin ise .40 değeri ile 12 numaralı madde olduğu saptanmıştır.

Madde ayırt edicilik indeksi ise, ilgili maddenin ölçülen özelliğe sahip olan bireyler ile sahip olmayan bireyleri ayırt edebilme gücünü ifade etmektedir (Özçelik, 2013). Madde ayırt ediciliği, maddenin ölçülen özelliğine ilişkin, bireyleri ne derecede ayırt edebildiğini belirlemede yol göstericidir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016). Madde ayırt edicilik indeksi -1 ve +1 arasında değişebilen değerler almaktadır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016; Crocker ve Algina, 1986; Güler, 2015). Madde ayırt edicilik indeksi, üst grup lehine ayırt edici olduğunda pozitif değerlerde çıkarken, alt grup lehine ters bir ayırt edicilik özelliği gösterdiğinde ise negatif değerde çıkmaktadır (Crocker ve Algina, 1986). Madde ayırt edicilik indeksinin pozitif olması, ilgili maddeye ilişkin doğru cevap veren öğrenci sayısının üst grupta alt gruptakilerden daha fazla olmasını; negatif değerde olması, ilgili maddeye ilişkin doğru cevap veren öğrenci sayısının alt grupta üst gruptakilerden daha fazla olmasını; sıfır olması ise, ilgili maddeye doğru cevap verenlerin sayısının alt ve üst grupta eşit sayıda olmasını ifade etmektedir (Kubiszyn ve Borich, 2013). Madde ayırt edicilik indeksi negatif değerde çıkan maddeler, ölçülmesi amaçlanan özelliğe yüksek ve düşük düzeyde sahip olan öğrencileri ters ayırt ettiği için, bu maddelerin testten çıkarılması gerekmektedir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016). Boopathiraj ve Chellamani (2013), yüksek ve düşük başarıya sahip öğrencileri en iyi düzeyde ayırt edebilmek için, madde zorluk seviyesinin ideal olarak .50 olması gerektiğini ifade

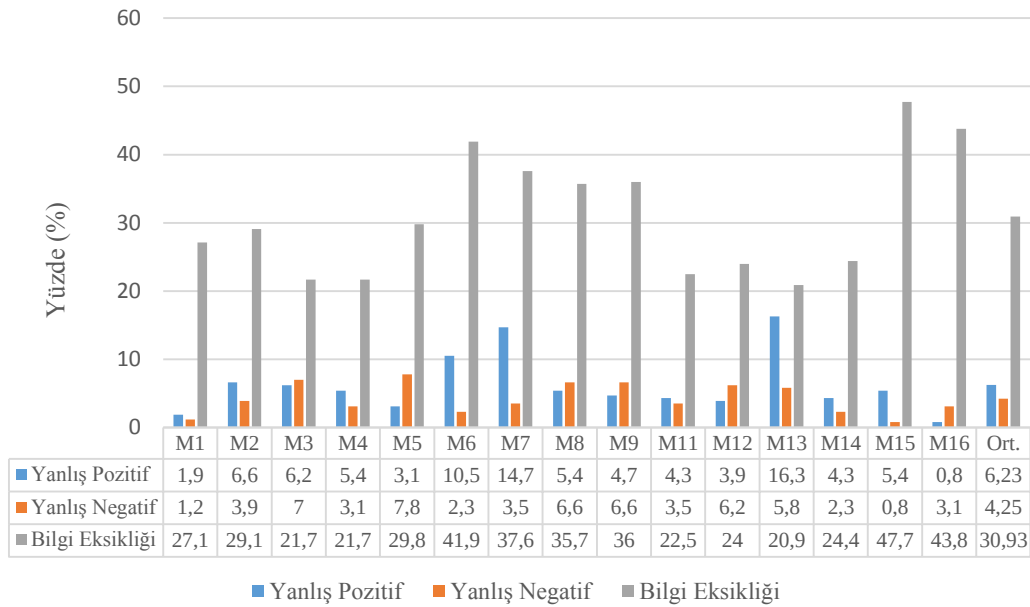
etmiştir. Genel olarak bakıldığında ise; madde ayırt edicilik indeksi .40 ve üzeri olan maddeler çok iyi; .30 ile .39 arasındaki maddeler iyi; .20 ile .29 arasındaki maddeler düzeltilmesi gereken; .19 ve altındaki maddeler ise kullanılmaması gereken maddelerdir (Ebel ve Frisbie, 1986). Bu bağlamda basit elektrik devreleri kavram testinde yer alan maddelerin, ayırt edicilik indeksleri .50 ve üzerinde olduğu için ölçülmesi hedeflenen özellikler bakımından öğrencileri çok iyi ayırt ettiği söylenebilir. Tablo 4 incelendiğinde, madde ayırt edicilik indeksi en yüksek maddenin .80 değeri ile 12 numaralı madde olduğu görülmektedir. Ayırt edicilik indeksi en düşük maddenin ise .50 değeri ile 2 ve 4 numaralı maddeler olduğu belirlenmiştir.

Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin madde analizi işlemlerinden sonra nokta çift serili korelasyon katsayısının ve betimsel istatistik sonuçlarının belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Bunun için doğru bilgi olarak kabul edilen Puanlama-3 türü bazındaki yanıtlar dikkate alınmıştır. Buna yönelik 258 katılımcıdan elde edilen sonuçlara göre 15 maddeden oluşan basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin aritmetik ortalama değeri 4.08, standart sapma değeri, 3.78, çarpıklık katsayısı 1.12, basıklık katsayısı -.059 olarak belirlenmiştir. Bunlara ek olarak teste ilişkin nokta çift serili korelasyon katsayısı değerinin tüm test için ortalaması .57 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda testte yer alan her madde için nokta çift serili korelasyon katsayısı değerlerinin .20'nin üzerinde olduğu ve genel olarak .41 ile .86 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Crocker ve Algina (1986), .20'nin üzerinde olan nokta çift serili korelasyon katsayısının genel olarak kabul edilebilir bir değer olduğunu ifade etmektedir.

Madde analizi, betimsel istatistik ve nokta çift serili korelasyon katsayısı değerleri incelendikten sonra, ilgili değerlerin testin güvenilirliğine yönelik kabul edilebilir değerlerde olduğu belirlenmiştir. Ardından testin güvenilirliğine yönelik Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-1, Puanlama-2, Puanlama-3 ve Güven Puanı türlerine ilişkin Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerine bakılmıştır. Buna göre Cronbach's Alpha güvenirlik katsayılarının Puanlama-1 türünde .78, Puanlama-2 türünde .81, Puanlama-3 türünde .85 ve güven puanı türünde .74 olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda tüm puan türlerine yönelik Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin .70'in üzerinde olduğu ifade edilebilir. Nunnally (1978), .70 ve üzeri güvenirliğin yeterli olduğunu belirtmektedir. Bu durumda basit elektrik devreleri kavram testinin güvenilir bir test olduğu söylenebilir.

Testin Cronbach's Alpha güvenirlik analizlerine ilişkin elde edilen sonuçlardan sonra testin yapı ve içerik geçerliğinin belirlenmesi için birtakım istatistiksel işlemler gerçekleştirilmiştir. Hestenes ve Halloun (1995), testin yapı ve içerik geçerliğinin sağlanması

için yanlış pozitif ve yanlış negatif oranlarının % 10'un altında olması gerektiğini belirtmektedir. Bu anlamda testin içerik ve yapı geçerliğine ilişkin bilgi edinmek için ilk olarak yanlış negatif ve yanlış pozitif puanlarına ilişkin yüzdelik değerler hesaplanmıştır. Bunun için yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerine yönelik, uygun puanlama sistemi kullanılarak ilgili değerler SPSS 23 programına girilerek kodlanmıştır. Ardından yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği puan yüzdeleri oluşturulmuştur. Kavram testine ilişkin yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği yüzdelik değerleri Şekil 2'de yer almaktadır.



(Şenyiğit ve Sılay, 2019)

Şekil 2. Basit elektrik devreleri kavram testi yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği yüzdelik değerleri

Şekil 2'de yer alan tüm maddelere ilişkin genel ortalama değerlerine bakıldığında, yanlış pozitif değerinin % 6.23, yanlış negatif değerinin ise % 4.25 olduğu görülmektedir. Bu durumda yanlış negatif ve yanlış pozitif oranlarının % 10'un altında olduğunun belirlenmesi ile basit elektrik devreleri kavram testinin içerik ve yapı geçerliğinin sağlandığına yönelik bir kanıt elde edilmiştir.

Testin içerik ve yapı geçerliğini sağlama sürecinde, Cataloglu (2002) ise Puanlama-2 türü ile Güven Puanı arasında pozitif korelasyon olmasının, testin yapı geçerliğini sağlamada bir kanıt olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle testin ilk iki aşamasını ele alan Puanlama-2

türü ile sadece üçüncü aşamadaki yanıtlara dayanarak belirlenen Güven Puanı arasındaki korelasyon katsayısını hesaplama yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda Puanlama-2 türü ile Güven Puanı arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = .469$; $p < .05$). Elde edilen bu sonuç, kavram testinin yapı geçerliğinin sağlandığına dair bir diğer göstergedir.

Yapı ve içerik geçerliğini sağlamak adına gerçekleştirilen analizlerden sonra kavram testinde yer alan her bir maddeye ve testteki tüm maddelerin ortalamasına ilişkin Şekil 2’de yer alan bilgi eksikliği yüzdelik değerleri incelendiğinde; en yüksek bilgi eksikliği yüzdelik değerinin, *ohm yasası* kavramını ölçmeye yönelik olan 15 numaralı madde; en düşük bilgi eksikliği yüzdelik değerinin ise *elektrik akımı* kavramını ölçmeye yönelik olan 13 numaralı madde olduğu görülmektedir.

Daha sonra basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin Puanlama-1, Puanlama-2 ve Puanlama-3 türlerinde doğru cevap yüzdeleri hesaplanmıştır. Bunun için her bir puan türü bazında kavram testinde yer alan her bir maddeye ve testteki tüm maddelerin ortalamasına yönelik doğru cevap yüzdelik değerleri belirlenmiştir. Basit elektrik devreleri kavram testi puanlama türlerine ilişkin doğru cevap yüzdeleri Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 5

Basit elektrik devreleri kavram testi puanlama türlerine ilişkin doğru cevap yüzdeleri

Madde Numaraları	Puanlama 1	Puanlama 2	Puanlama 3
M1	25.2	22.5	21.3
M2	32.2	24.4	22.5
M3	53.9	40.7	34.1
M4	55.4	48.4	34.9
M5	45	36.4	30.2
M6	51.6	32.2	24
M7	55.4	26	23.3
M8	41.1	27.9	22.1
M9	49.6	34.5	25.6
M11	47.7	39.9	29.1
M12	45	35.7	27.1
M13	67.1	44.6	29.5
M14	45.3	38	31
M15	55	36.4	28.7
M16	34.5	28.3	24.4
Ortalama	46.93	34.39	27.19

(Şenyiğit ve Sılay, 2019)

Tablo 5’te yer alan puanlama türleri incelendiğinde, tüm maddelere ve tüm maddelerin ortalamasına ilişkin doğru cevap yüzdelik değerlerinin en yüksek Puanlama-1, en düşük ise Puanlama-3 türünde olduğu görülmektedir. Maddelere ve tüm maddelerin ortalamasına ilişkin doğru cevap yüzdelik değerleri Puanlama-1 türünden, Puanlama-3 türüne doğru gidildikçe

azalmaktadır. Tablo 5 incelendiğinde Puanlama-1 türüne ilişkin ortalama doğru cevap yüzdesinin % 46.93, Puanlama-3 türüne ilişkin ortalama doğru cevap yüzdesinin ise % 27.19 olduğu görülmektedir. Buna göre Puanlama-1 ve Puanlama-3 türü arasındaki doğru cevap yüzdelik değeri farkı % 19.74'tür. Bu bağlamda Puanlama-1 türü geleneksel çoktan seçmeli bir test yapısında düşüldüğünde; öğrencinin kendisine sunulan seçenekler arasından soruya vermiş olduğu yanıtın, şans faktörü, bilgi eksikliği, kavram yanılgısı ya da gerçekten doğru bir gerekçe gibi değişkenlerden hangisi ile verildiği bilinmemektedir. Benzer şekilde öğrencilerin vermiş oldukları doğru yanıtların çeşitli faktörlere dayalı olması durumu, geleneksel çoktan seçmeli test yapısı gibi değerlendirilebilecek Puanlama-1 türünde, iki aşamalı ya da üç aşamalı test yapılarına kıyasla daha yüksek olasılıkla olduğu söylenebilir. Bu nedenle Tablo 5 incelendiğinde Puanlama-1 türüne ilişkin doğru cevap yüzdeliklerinin, hem tek tek maddeler hem de tüm madde ortalamaları bazında diğer puanlama türlerine göre daha yüksek olmasının beklendiği bir sonuç olduğu söylenebilir. Puanlama-1 türünden, Puanlama-3 türüne doğru gidildikçe öğrencilerin vermiş oldukları cevapların yanında, cevaplarını dayandırdıkları gerekçeler ve cevaplarından emin olma durumları da sorgulanmaktadır. Bu şekilde öğrencilerin, doğru tercihte bulunma durumlarının, gerçekten bilimsel olarak doğru gerekçelere dayalı olarak ve kendilerinden emin olarak mı verildiği yoksa başka sebeplerden mi kaynaklandığı belirlenmeye çalışılmaktadır. Puanlama-3 türü, öğrencilerin her iki aşamada doğru yanıt vererek yanıtlarından emin olmalarını gerektirdiği gibi öğrencilerin cevaplarını daha ince eleterek değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Bu nedenle, hem her madde hem de tüm maddelerin ortalamasına ilişkin Puanlama-3 türündeki doğru cevap yüzdelik değerlerinin diğer puanlama türlerine göre daha düşük olması, bu açıdan beklendiği bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Elde edilen bu bulgular ışığında araştırmacı tarafından geliştirilen basit elektrik devreleri kavram testinin, geçerli ve güvenilir yapıda bir ölçme aracı olduğu söylenebilir.

3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Alan yazın tarandığında ulaşılabilen bazı çalışmalar (Adams ve Callahan, 1995; Aktamış ve Şahin-Pekmez, 2011; Burns, Okey ve Wise, 1985; Dillashaw ve Okey, 1980; Germann, Aram, Odom ve Burke, 1996; Jalil, Herman, Sidin Ali ve Haris, 2018; Kazeni, 2005; McLeod, Berkheimer, Fyffe ve Robison, 1975; Molitor ve George, 1976; Shahali ve Halim, 2010; Smith ve Welliver, 1990; Tannenbaum, 1971; Tobin ve Capie, 1982) kapsamında bilimsel süreç becerilerini ölçmek için farklı kademelere uygun, farklı ölçme araçlarının geliştirildiği belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerilerini lisans düzeyinde ölçmeye yönelik alan yazında ulaşılabilen ölçme araçlarında yer alan soruların, genellikle fizik, kimya ve biyoloji

gibi alan bilgisi gerektirerek çözülecek sorular olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise, lisans öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ölçmeye yönelik; fakat ekstra alan bilgisi gerektirmeden de çözülebilecek sorulardan oluşan bir ölçme aracının kullanılması planlanmıştır. Bu nedenle sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini belirlemek için bu çalışmada, lisans öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini belirlemek adına Çelik (2013) tarafından geliştirilen Ek 4'te yer alan *Bilimsel Süreç Becerileri Testi* kullanılmıştır. Ölçeğin kullanım izni Ek 2'de yer almaktadır. Çelik (2013) tarafından testin geliştirilmesi sürecinde bütüncü bilimsel süreç becerilerini ölçmek amacıyla tasarlanan 40 maddelik taslak form üzerinden, alan uzmanları ve lisans öğrencilerinden görüş alınarak gerekli yerlerde revizeye gidilmiştir. Ardından madde ayırt ediciliği .20'nin altında kalan 5 maddenin lisans öğrencileri ile yapılan pilot uygulama sonrasında çıkarılmasına karar verildikten sonra, ikinci pilot uygulaması yapılan testin belirtke tablosu, kapsam ve görünüş geçerliği ve gerekli diğer geçerlik güvenirlik madde analizi işlemleri yapılmıştır (Çelik, 2013). 35 maddeden oluşan bilimsel süreç becerileri testinin Çelik (2013) tarafından belirlenen madde güçlük indisleri .36 ile .81 arasında; madde ayırt edicilik indisleri ise .31 ile .78 arasında değişmekte olup, testin Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı .80 olarak bulunarak, testin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir. Tablo 6'da bilimsel süreç becerileri testine ve alt boyutlarına ilişkin maddeler ve madde sayıları yer almaktadır.

Tablo 6

Bilimsel süreç becerileri testinin tamamına ve alt boyutlarına ilişkin madde numaraları ile madde sayıları

Bilimsel Süreç Becerileri Testi	Madde Sayıları	Madde Numaraları
Hipotez Kurma	7	5,11,16,19,22,25,30
Verileri Yorumlama	5	1,2,8,10,24
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	3	29,34,35
Deney Yapma	4	9,13,15,28
İşe Vuruk Tanım Yapma	4	3,4,14,23
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	12	6,7,12,17,18,20,21,26,27,31,32,33
Bilimsel Süreç Becerileri Testi Tamamı	35	Tüm Maddeler

Tablo 6 incelendiğinde 35 maddeden oluşan bilimsel süreç becerileri testinin, 7 maddesini *hipotez kurma*, 5 maddesini *verileri yorumlama*, 3 maddesini *verileri kullanma ve model oluşturma*, 4 maddesini *deney yapma*, 4 maddesini *işe vuruk tanım yapma*, 12 maddesini ise *değişkenleri değiştirme ve kontrol etme* alt boyutlarının oluşturduğu görülmektedir.

Bilimsel süreç becerileri testine ilişkin bu çalışma için madde analizi ve güvenirlik analizlerini yapmak adına ise söz konusu test, araştırmacı tarafından 2018-2019 Bahar

Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2., 3. ve 4. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 259 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen verilerden 7 tanesi eksik veri olarak kodlanarak analiz dışı bırakılmıştır. Böylece bu çalışma için bilimsel süreç becerileri testine ilişkin analizler 252 öğrenci üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bilimsel süreç becerileri testine yönelik analizleri gerçekleştirmek üzere testte ilgili maddelere ilişkin doğru cevaplar 1, yanlış cevaplar 0 olarak kodlanarak SPSS 23 programına girilmiştir. Daha sonra testin alt boyutlarına ve genel toplamına ilişkin sütunlar oluşturulmuştur. Ardından ilk olarak bu çalışma için bilimsel süreç becerileri testinin, araştırmacı tarafından madde analizine yönelik, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri belirlenmiştir. Buna yönelik, bilimsel süreç becerileri testine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksi sonuçları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7

Bilimsel süreç becerileri testine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri

Madde Numarası	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	.35	.51
2	.38	.65
3	.32	.59
4	.36	.57
5	.32	.54
6	.30	.51
7	.30	.54
8	.36	.63
9	.40	.69
10	.35	.62
11	.35	.56
12	.31	.50
13	.40	.60
14	.38	.66
15	.40	.65
16	.37	.65
17	.34	.65
18	.32	.57
19	.40	.78
20	.30	.60
21	.35	.69
22	.32	.62
23	.32	.60
24	.32	.57
25	.35	.66
26	.30	.57
27	.31	.62
28	.32	.63
29	.30	.57
30	.31	.62
31	.31	.62
32	.31	.59
33	.30	.60
34	.32	.63
35	.35	.68
Ortalama	.34	.61

Tablo 7 incelendiğinde, madde güçlük indeksi değerlerinin .30 ile .40 arasında değiştiği görülmektedir. Bu durumda bilimsel süreç becerileri testinde yer alan maddelerin zorluk düzeylerinin genel olarak orta düzeye yakın olduğu söylenebilir. Tablo 7 incelendiğinde madde ayırt edicilik indeksi değerlerinin ise, .50 ile .78 arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak her bir maddenin ayırt ediciliği .40 ve üzerinde olduğu için maddelerin her birinin öğrencileri ölçülen özellik bakımından iyi ayırt ettiği söylenebilir. Bilimsel süreç becerileri testinin bu çalışma için yapılan madde analizi işlemleri sonucunda testin tüm maddelerine ilişkin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksi değerlerinin uygun değerler arasında

olduğu belirlenmiştir. Bu durumda, herhangi bir madde çıkartma ya da düzeltme işlemine başvurulmadan söz konusu test 35 madde halinde kullanılmıştır.

Bilimsel süreç becerileri testine yönelik madde analizi işlemlerinden sonra bu çalışma için güvenilirliği belirlemek için testin tamamına ve alt boyutlarına ilişkin Cronbach's Alpha güvenirlik katsayıları belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerileri testinin tamamına ve alt boyutlarına yönelik Cronbach's Alpha sonuçları Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8

Bilimsel süreç becerileri testinin tamamına ve alt boyutlarına ilişkin Cronbach's Alpha sonuçları

Bilimsel Süreç Becerileri Testi	Cronbach's Alpha
Hipotez Kurma	.75
Verileri Yorumlama	.73
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	.79
Deney Yapma	.71
İşe Vuruk Tanım Yapma	.70
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	.80
Bilimsel Süreç Becerileri Testi Tamamı	.92

Tablo 8 incelendiğinde Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin; *hipotez kurma* alt boyutunda .75; *verileri yorumlama* alt boyutunda .73; *verileri kullanma ve model oluşturma* alt boyutunda .79; *deney yapma* alt boyutunda .71; *işe vuruk tanım yapma* alt boyutunda .70; *değişkenleri değiştirme ve kontrol etme* alt boyutunda .80 olduğu, *testin tamamına* yönelik ise .92 olarak belirlendiği görülmektedir. Bu durumda testin tüm alt boyutlarına ve tamamına yönelik Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin .70'in üzerinde olduğu söylenebilir. Bu nedenle bu çalışma için araştırmacı tarafından gerçekleştirilen analizler sonucunda Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin bilimsel süreç becerileri testinin güvenilirliği için uygun değerlerde olduğu ifade edilebilir.

3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Bu araştırmada kavramsal anlamaya yönelik nicel bulguları nitel bulgular ile desteklemek için yarı yapılandırılmış görüşme formundan yararlanılmıştır. Böylece belirlenmesi hedeflenen kavramsal anlamının, nicel verilerin yanında aynı zamanda nitel verilerle de desteklenmesinin, elde edilen verilere daha detaylı ve derinlemesine bir açıklama ve bakış açısı sunacağı düşünülmektedir. Bu nedenle yarı yapılandırılmış görüşme formu; sınıf öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına yönelik elde edilen nicel verileri desteklemek ve varsa sınıf öğretmen adaylarının kavram yanlışlığı

barındıran düşüncelerine ilişkin açıklamalara ulaşmak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulurken öncelikle ele alınacak konuya ilişkin kavram testine paralel olacak şekilde daha detaylı bir şekilde ölçülmesi hedeflenen ilgili kavramlar belirlenmiştir. Daha sonra basit elektrik devreleri kavram testi geliştirme sürecinde de bahsedilen ve dikkate alınan, basit elektrik devreleri üzerine kavramsal anlamaları ve kavram yanılgılarını içeren çalışmalar taranmıştır. Daha sonra yarı yapılandırılmış görüşme formu; araştırmacı tarafından geliştirilen kavram testinde yer alan kavramlara da vurguda bulunan bir yapıda ve bu kavramsal çerçeveler dâhilinde oluşturulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme formu 6 açık uçlu sorudan oluşmakta olup, bazı soruların altında öğrencilerin verecekleri alternatif cevaplar düşünülerek, öğrencilere ek olarak yöneltilebilecek sorular da yer almaktadır. Hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formuna ilişkin kapsam ve görünüş geçerliğini belirlemek adına uzman görüşlerine başvurulmuş olup gerekli düzenlemeler ile forma son hali verilmiştir. Şekillerde ve soru ifadelerinde gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, son hali 6 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hem deney hem kontrol grubundaki sınıf öğretmenleri adaylarına deneysel işlem öncesinde ve sonrasında sunulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan soruların tamamının her bir öğrenci için yanıtlanma süresi 15-20 dakika arasında değişmektedir. Uygulamaya geçmeden önce öğrencilerden ses kayıt cihazları ile kayıt yapmak için izin istenmiştir. Daha sonra gerekli izin alınarak görüşme formunda yer alan sorular ve yönergeler öğrencilere yönlendirilerek, görüşmelerden veri toplanması aşamasına geçilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu Ek 5'te yer almaktadır.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel boyutuna ilişkin veriler, deneysel işlem öncesinde ve sonrasında hem deney hem de kontrol grubuna uygulanan bilimsel süreç becerileri testi ve basit elektrik devreleri kavram testinden elde edilmiştir. Elde edilen nicel verilerin analiz edilmesinde SPSS 23 programından yararlanılmıştır. Verilerin analiz edilmesi sürecinde öncelikle verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygun olduğu belirlendikten sonra alt problemlere ilişkin nicel verilerin analiz edilmesinde ortalama, standart sapma, yüzdelik belirleme, ilişkili örneklemeler için t testi, ilişkisiz örneklemeler için t testi, tek yönlü MANOVA, tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA kullanılmıştır. Basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin analizlerde hem kavramsal anlamaya hem de kavram yanılgılarına ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Sınıf öğretmenleri adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemede, doğru bilgiyi temsil eden Puanlama-3 türü üzerinden analizler

gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin kavram yanlışlarına ilişkin analizlerde ise kavram yanlış puan türlerini temsil eden Puanlama-6 (kavram yanlış), Puanlama-7 (kavram yanlış/yanlış pozitif) ve Puanlama-8 (kavram yanlış/yanlış negatif) türleri üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Böylece öğrencilerin kavramsal anlamalarına bir de kavram yanlışları boyutundan ışık tutulmaya çalışılmıştır. Çelik (2013) tarafından geliştirilen bilimsel süreç becerileri testine ilişkin analizler ise, bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamaları ve altı alt boyutuna ilişkin puan ortalamaları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutuna ilişkin veriler, deneysel işlem öncesinde ve sonrasında hem deney hem de kontrol grubuna sunulan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler, betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen verilerden doğrudan alıntılar yapılarak gerçekleştirilen betimsel analizde, bir konunun tasvir edilmesi, konuya ilişkin tanımlamaların ve açıklamaların yapılması amaçlanmaktadır (Ekiz, 2020).

3.5. Deneysel İşlem Süreci

Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2018-2019 Bahar Dönemi birinci sınıf programında yer alan *İlkokulda Temel Fen Bilimleri* dersi kapsamında haftada 3 ders saati olmak üzere 6 haftalık bir uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Dersler, araştırmanın deney grubunda sorgulama temelli öğrenme ile yürütülmüştür. Deney grubundaki dersler, araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama temelli etkinliklerden faydalanılarak rehberli sorgulamaya dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda rehberli sorgulamanın uygulandığı bu çalışmada, problem durumu katılımcılara araştırmacı tarafından sunulmuştur. Araştırmacı tarafından, problemin çözüm süreci ve çözümü hakkında katılımcılara bilgi verilmemiştir. Araştırmanın katılımcıları olan sınıf öğretmeni adayları, problemin çözümüne yönelik izleyecekleri süreçleri kendileri belirleyerek, sonuçlara kendileri ulaşmışlardır. Kontrol grubundaki dersler ise araştırmacı tarafından, düz anlatım, problem çözme, soru-cevap, simülasyonlu gösteri deneyleri gibi teknikler ile desteklenen geleneksel öğrenme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hem deney hem kontrol grubunda dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Uygulama öncesinde deney grubundaki öğrenciler akademik başarıları ve cinsiyetleri dikkate alınarak 4 ya da 5 kişilik heterojen gruplara atanmışlardır. Daha sonra grup üyelerinden, her etkinlik başında dönüşümlü olacak şekilde kendi grupları içerisinde seçecekleri farklı bir grup lideri belirlemeleri istenerek, grup üyelerine grup liderinin sorumlulukları açıklanmıştır. Ardından grup içerisinde yer alan öğrencilerin çalışma masalarına birbirlerini yüz yüze görecek, işbirliği ve etkileşim sağlayacak şekilde yerleşmeleri

sağlanmıştır. Düz anlatım, problem çözme, soru-cevap ve simülasyonlu gösteri deneyleri gibi tekniklerle desteklenen geleneksel öğrenme yönteminin kullanıldığı kontrol grubunda ise öğrencilerin oturma düzenlerinde herhangi bir düzenlemeye gidilmemiştir. Kontrol grubundaki her öğrenci bireysel olacak şekilde geleneksel sınıf oturma düzenlerini almışlardır.

Deney grubunda dersler işlenirken araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama temelli etkinliklerden yararlanılmıştır. Deney grubunda uygulanan rehberli sorgulama sürecinde kullanılacak olan malzemeler araştırmacı tarafından öğrencilere sunulmuştur. Fakat rehberli sorgulamaya uygun olacak şekilde etkinliklerde öğrencilerin hangi malzemeleri kullanacakları konusunda seçim kendilerine bırakılmıştır. Etkinliklere ilişkin uygulama yapma süreçlerinde gerçek laboratuvar malzemelerinin yetersiz kaldığı ya da deneylerde kullanılan lambaların direnç değerinin değiştirilmesi gereken durumlarda simülasyonlardan da faydalanılmıştır. Araştırmada kullanılan simülasyon programı, Colorado Üniversitesi PhET interaktif simülasyonlar projesi (PhET, 2019) tarafından ücretsiz açık erişime sunulmuş simülasyonlardan oluşmaktadır. İlgili simülasyonlar, araştırma kapsamında yer alan basit elektrik devrelerine yönelik devre elemanlarını kullanarak devre tasarlama, ölçü aletleri kullanarak ölçüm yapma ve bunlara ilişkin değer okuma, böylece çeşitli deney düzenekleri tasarlama ve uygulama imkânı sunmaktadır. Simülasyonlarda kullanılan malzemeler ile çeşitli ölçümler alınabilmekte, lamba direnç değerleri değiştirilebilmekte ve deneye ilişkin uygulama sonuçları tıpkı gerçekte olduğu gibi sanal olarak gözlemlenebilmektedir. Simülasyonların, bu araştırmada ele alanın içerikleri ve kazanımları gerçekleştirmeye uyumlu olduğu söylenebilir. Çünkü simülasyonlar, öğrencileri tek bir deney yapmaya zorlamayarak, öğrencilere birden fazla çok yönlü deney yapma imkânı tanımaktadır. Böylece süreç içerisinde gerçek malzemelerin yanı sıra bu simülasyonların kullanımının, rehberli sorgulamanın gerektirdiği esnekliği sağlamaya katkıda bulunarak, ders içeriklerine uyumu arttırdığı söylenebilir. Bunun yanında deneylerin hazırlanış süreçlerine göre, bu simülasyonlar, gerçek materyaller kullanılarak gerçek ortamlarda yapılan deneyler ile paralellik göstermektedir.

Deneysel süreçte bu bağlamda ilk olarak deney grubunda yer alan öğrencilere konu ve kavramlarla ilgili gerçek hayatta yer alan bir takım sorular sorularak, öğrencilerin konuya dikkatleri çekilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, kendilerine yöneltilen günlük hayatla ilişkili sorular ile konuya yönelik bir merak oluşturmaları beklenmiştir. Aynı zamanda dersin giriş aşamasında öğrencilere sunulan bu sorular ile onların ön bilgilerini yoklamaya ve hazırbulunuşluklarını kontrol etmeye imkân veren bir tartışma ortamı yaratılarak derse giriş yapılmıştır. Daha sonra deney grubunda yer alan öğrencilere, konuya dikkatlerini çekecek tarzda ilgili konulara ilişkin kavramlara da vurgu yapan problem durumlarının yer aldığı

sorgulama temelli etkinlikler sunulmuştur. Etkinliklerde öğrencilerin dikkatlerini konuya çekecek problem durumları yer almaktadır. Deney grubunda gerçekleştirilen deneysel işlem sürecinde, derslerin işlenmesinde araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik planlarından yararlanılmıştır.

Kontrol grubunda ise dersler soru-cevap, problem çözme, tartışma, simülasyonlu gösteri deneyleri gibi teknikler ile desteklenen geleneksel öğrenme yöntemi ile yürütülmüştür. İlgili konular anlatılırken, deney grubundaki öğrencilerin PhET simülasyonları kullandıkları konu ve kavramların öğretimi sırasında, kontrol grubunda yer alan öğrencilere de PhET simülasyonları gösteri deneyi olarak sunulmuştur. Böylece gruplar arasındaki farklılıkların PhET simülasyonlarından kaynaklanma ihtimalinin de önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın deneysel sürecinde bilimsel süreç becerileri testi, basit elektrik devreleri kavram testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu hem deney hem kontrol grubuna deneysel işlem öncesi ön test, deneysel işlem sonrasında ise son test olarak uygulanarak araştırmaya ilişkin verilerin toplanması yoluna gidilmiştir.

3.6. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinlikler

Bu bölümde, deney grubunda sorgulama temelli öğrenme sürecinde kullanılan sorgulama temelli etkinliklerin hazırlanma ve uygulanma süreçlerinden bahsedilmektedir.

3.6.1. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinliklerin Hazırlanma Süreci

Araştırma sürecinde sorgulama temelli öğrenmenin uygulandığı deney grubunda dersler araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama temelli etkinlikler aracılığı ile yürütülmüştür. Deney grubunda çalışma sürecince kullanılan etkinliklerin hazırlanmasında, alan yazında belirlenmiş olan yaygın kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda deney grubunda, uygulama süresince, araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama temelli etkinlikler kullanılmıştır. Araştırmada, araştırmacı tarafından hazırlanan dokuz sorgulama temelli etkinliğin sekiz tanesi kullanılmıştır. Çalışma boyunca kullanılan etkinlikler rehberli sorgulamaya göre tasarlanmıştır. Buna uygun olarak süreçte öğrencilere sadece problem durumu ve ihtiyaç duydukları malzemeler hazır olarak sunulmuştur. Bu çalışma için araştırmacı tarafından hazırlanan etkinliklerin tamamı Ek 6'da yer almaktadır. Etkinlik kâğıtlarında genel olarak; öğrencilere sunulan bir problem durumu ve buna bağlı olarak öğrencilerin gerekçelendirilmiş açıklamalarını, hipotezlerini, hipotezlerini sınamaları için deney düzeneklerini ve ulaşılmış oldukları sonuçları ifade etmeleri için ayrılmış boş kutucuklar bulunmaktadır.

3.6.2. Araştırmada Kullanılan Sorgulama Temelli Etkinliklerin Uygulanması Süreci

Etkinliklerin uygulanması sürecine geçmeden önce, araştırmanın deney grubundaki uygulama süreci için araştırmacı tarafından sorgulama temelli öğrenmeye uygun etkinlik planları oluşturulmuştur. İlgili etkinlik planları oluşturulurken, Llewellyn (2002) tarafından belirlenen sorgulama döngüsü basamakları dikkate alınmıştır. Araştırmanın deney grubunda gerçekleştirilen uygulama sürecinde bu etkinlik planları kapsamında dersler yürütülmüştür.

Bunun yanında etkinliklerin uygulanmasından önce aynı zamanda araştırmacı tarafından tüm etkinlikler boyunca kullanılacak olan malzemelerin listesi oluşturulmuştur. Buna ilişkin malzemeler edinildikten sonra malzemelerin tek tek işleyip işlemediği kontrol edilmiştir. Özellikle araştırma boyunca kullanılacak olan lambalar tek tek kontrol edilip aynı parlaklıkta ışık verenler çalışma için ayrılmıştır. Daha sonra ilgili lambalar tek tek duyların içine yerleştirilerek tüm duyların doğru çalışır olduğuna emin olunmuştur. Bunun yanında deneyde kullanılacak pil, iletken tel, ampermetre, voltmetre ve multimetre gibi malzemeler de tek tek incelenerek her birinin işlevi kontrol edilmiştir. Uygulama öncesi malzemelere yönelik yapılan bu incelemeler sonucunda araştırmayı sekteye uğratabilecek çok hafif sapmalar dışında yanlış ölçüm yapan ölçme araçları devre dışı bırakılmıştır. Bunların yerine doğru ölçüm yapanlar, malzemeler arasında dâhil edilmiştir. Aynı zamanda kullanılacak olan malzemelerin, öğrencilerin uygulamalarına sınır getirmeyecek düzeyde yeterli sayıda olmasına özen gösterilmiştir. Etkinliklerin uygulanması sürecinde, gerçek laboratuvar malzemelerini kullanmanın yeterli olmadığı ve uygulama esnasında lambaların direnç değerlerinin değiştirilmesini gerektiren durumlarda PhET simülasyonlarını kullanmak üzere her bir grubun bilgisayar edinmesi sağlanmıştır. Bu aşamada yararlanılacak olan PhET simülasyonları, gruplarda yer alan her bilgisayara araştırmacı tarafından kurulmuştur. Daha sonra sınıfta programa ilişkin kullanımın nasıl olduğu çeşitli örnekler ve uygulamalar üzerinden anlatılmıştır. Ardından öğrenci gruplarının programın kullanımına ilişkin kendi bilgisayarlarında denemeler yapmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin bu uygulamaları esnasında takıldıkları yerlerde onlara yardımcı olunmuştur.

Etkinliklerin uygulamasına geçilmeden önce etkinlik kâğıtlarındaki sorularda yer alan ve soruları ele alma sürecinde kullanılacak olan hipotez kurma, sınıma, deney düzeneği tasarlama gibi kavramların ne anlama geldiği hakkında öğrencilere deneysel süreç öncesi bilgi verilmiştir.

Genel olarak sorgulama temelli etkinliklerin uygulanmasında (Llewellyn, 2002) tarafından belirlenen sorgulama döngüsü basamakları dikkate alınmıştır. Aşağıda Etkinlik

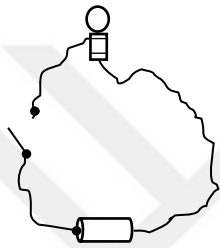
Kâğıdı-1 üzerinden örnek verilerek genel olarak her bir etkinliğin uygulanması sürecinde izlenen adımlar, dikkat edilen noktalar açıklanmaya çalışılmıştır.

Öncelikle her bir etkinlik sürecinde ilgili aşamalara geçmeden ve etkinlikler dağıtılmadan önce, araştırmacı tarafından öğrencilere sorular yönlendirilerek, konuya ve problem durumuna yönelik dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Öğrencilere yöneltilen bu sorgulayıcı sorular ile öğrencilerde bir merak uyandırılarak, öğrencilerin konuya yönelmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerden alınan cevaplar ışığında, öğrencilerin ilgili konuya ve kavramlara yönelik ön bilgilerine ve hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu süreçlerden sonra öğrencilere dikkat çekici ve düşündürücü ilgili problem durumunun yer aldığı etkinlikler sunularak, bu etkinlikler aracılığı ile ilk basamak olan sorgulama aşamasına geçiş yapılmıştır.

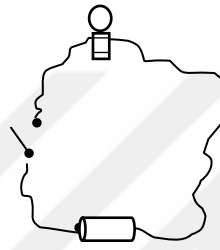
İlk Basamak: Sorgulama Aşaması

Bu basamak öncesinde, öğrencilerin ilgili konuya ve kavramlara yönelik dikkatleri çekildikten sonra, bu aşamada ilk olarak öğrencilerin etkinlik kâğıtlarını edinmeleri sağlanmıştır. Etkinliklerin ilk basamağı, öğrencilere kazandırılması hedeflenen ilgili konu içeriğine ve ilişkili kavramlara yönelik bir problem durumunu içermektedir. Bu aşamada sunulan problem durumlarının merak uyandırıcı, dikkat çekici ve günlük yaşamla ilişkili olmasına özen gösterilmiştir. Bazı etkinliklerde problem durumunun yanında onu temsil eden bir şekil yer alırken, bazı etkinliklerde ise sadece problem durumuna ilişkin bir içerik yer almaktadır. Buna yönelik etkinliklerde yer alan ilgili kısım Etkinlik Kâğıdı-1 üzerinden Şekil 3'te örnek olarak gösterilmiştir.

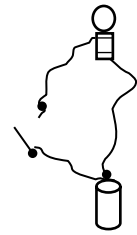
Ali, Ayşe ve Ahmet fen dersleri için basit bir elektrik devresi kurmak istemektedir. Devrelerinde bir pil, bir lamba ve bir de anahtar bulunacaktır. Ali Şekil I'de görülen devreyi, Ayşe Şekil II'de görülen devreyi ve Ahmet ise Şekil III'te görülen devreyi kurarak okula gelmiştir. Her devrede anahtarları kapattıklarında devrelerin çalışıp çalışmayacağı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Her bir devre için çalışacaksa neden çalışacağını, çalışmayacaksa devredeki problemin ne olduğunu belirtiniz.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Şekil 3. Etkinlik kâğıtlarının problem durumuna ve etkinlik planlarının birinci aşamasına ilişkin örnek

Etkinliklerin bu ilk aşamasında, öğrencilerden ilgili problem durumunu okumaları, varsa onunla ilişkili şekli incelemeleri istenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin bu süreçte gruplarında bulunan diğer arkadaşları ile etkileşimde bulunarak, ilgili problem durumuna yönelik fikirlerini tartışmaları amaçlanmıştır. Bu aşamada gruptaki öğrencilerin düşüncelerini, hem araştırmacı hem diğer grup üyeleri tarafından belirli bir fikre yönlendirilmeden, doğru ya da yanlış şeklinde değerlendirilmeden ifade etmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda grupta yer alan her bir öğrencinin söz hakkı almasına ve düşüncesini paylaşmasına imkân tanınmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumunda yöneltilecek soruyu ya da soruları göz önünde bulundurarak kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmiştir. Bunun için öğrencilerden, *....olsaydı ne olurdu, farzedelim ... oldu, ya ... olursa* gibi düşünmeye ve sorgulamaya yönelik sorular ile meşgul olmaları beklenmektedir. Öğrencilerin problem durumuna yönelik sorgulayıcı bir zihinsel süreç içerisine giremedikleri durumlarda araştırmacı tarafından öğrencilere çeşitli sorular sorularak, onların kendi kendilerine sorgulama sürecini başlatmaları tetiklenmiştir. Aynı zamanda her öğrencinin problem durumunu farklı açılardan

ele alarak sorgulayıcı sorular ile sorgulama döngüsüne dâhil olmaları teşvik edilmiştir. Böylece bir sonraki aşamaya geçiş yapılacak şekilde öğrencilerin zihinsel bir hazırlık süreci başlatmalarına destek olmaya çalışılmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Etkinliklerin ikinci basamağı genel olarak, ilgili problem durumunda yer alan sorulara yönelik, beyin fırtınası yapılmasını, bunun sonucunda ön bilgilere dayanarak oluşturulan olası cevapların gerekçeli açıklamalar halinde sunulmasını içermektedir. Bunun için öğrencilerin, ilk basamaktaki problem durumunda yer alan sorulara yönelik olası cevapları, kendi ön bilgilerine dayanarak grup üyeleri arasında tartışmaları sağlanarak, belirli fikirlerde uzlaşmaları amaçlanmıştır. Daha sonra öğrencilerden etkinlik kâğıdında yer alan ilgili alanı gerekçeli olarak sundukları açıklamaları ile doldurmaları istenmiştir. Buna yönelik etkinliklerde yer alan ilgili kısım, Etkinlik Kâğıdı-1 üzerinden Şekil 4'te örnek olarak gösterilmiştir.

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 4. Etkinlik planlarının ikinci aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği

Bu süreçte beyin fırtınası yaparak farklı fikirleri ortaya koyabilmek adına her öğrencinin sürecin aktif katılanı olması hedeflenmiştir. Öğrencilerin takıldıkları ya da araştırmacıya soru sordukları durumlarda, öğrencilere direkt bir yanıt vermek yerine, onlara soru sorularak ya da soru ile yanıt verilerek cevabı kendilerinin bulmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin nedensel birtakım açıklamalar oluşturmaları için ilgili sorular aracılığı ile, daha derinlemesine işleyen bir sorgulama ve düşünme ortamı yaratılmaya çalışılmıştır. Öğrenci gruplarını takip sırasında gruplarda yer alan öğrencilerin sorulara kısa cevaplar vermeleri halinde, onlara sorular yöneltilerek daha açıklayıcı, yorumlarını yansıtan, neden-sonuç bağlantılarına yer verdikleri cevaplar oluşturmaları amaçlanmıştır.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Etkinliklerin üçüncü basamağı temel olarak ilk aşamada yer alan problem durumunun çözümüne yönelik gerekçelendirilerek verilmiş olan cevaplarının devamında, hipotez/ler oluşturulmasını içermektedir. Bu aşamada öğrencilerin kurmuş oldukları hipotezin sınanabilecek bir şekilde sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca öğrencilerden bu aşamada hipotezlerine ilişkin tartışarak bağımlı ve bağımsız değişkenleri fark etmeleri ve bunlar arasında ayırım yapabilmeleri beklenmiştir. Bu aşamada ilk olarak öğrencilerin, problem durumunun çözümüne yönelik gerekçeli yanıtlarını neden-sonuç ilişkisine dayandırarak temellendirmeleri sağlanmıştır. Bunun için öğrencilerden çözüme yönelik tahminlerini “*Bence ...*” şeklindeki açıklamalar ile ifade etmeleri daha sonra bunları hipoteze dönüştürmeleri hedeflenmiştir. Buna yönelik olarak daha sonra öğrencilerden hipotezlerini etkinlik kâğıdında yer alan ilgili boş kutucuğa yazmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilere, hipotezlerinin doğru ya da yanlış olmasının önemli olmadığı, bunun yerine hipotezlerinin problem durumuna çözüm olacak bir önermeyi içermesinin ve test edilebilir bir yapıda olmasının önemli olduğu belirtilmiştir. Üçüncü basamağa ilişkin, etkinliklerde yer alan ilgili kısım Şekil 5’te örnek olarak gösterilmiştir.

Hipotezinizi yazınız.

Şekil 5. Etkinlik planlarının üçüncü aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Etkinliklerin dördüncü basamağı, kurulmuş olan hipotezleri sınamak üzere uygun bir araştırma planlanmasını ve yürütülmesini içermektedir. Buna yönelik bu aşamada öğrencilerin hipotezlerini sınamaları için uygun bir deney düzeneği tasarımları ve uygulamaları sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerin farklı şekillerde planlama ve uygulama yapabilecekleri dikkate alınmıştır. Fakat buna rağmen, öğrencilerden problem durumundaki soruna ışık tutacak, ona çözüm olabilecek bir yapıda deney düzeneği tasarımları ve uygulamaları

beklenmektedir. Böylece öğrencilerin bir sonraki aşamada açıklanan verilere yönelik kanıt toplamaları ve bunlar çerçevesinde birtakım sonuçlara varmaları amaçlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, araştırma planına yönelik olarak tasarlayacakları deney düzeneği üzerine tartışmaları ve buna yönelik karar vermeleri beklenmiştir. Ardından öğrencilerin bu tasarımlarını gerçek malzemeler ile ya da PhET simülasyonları üzerinden uygulamaya geçmeden önce, ilk olarak kâğıda aktarmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin bu aşamada tasarlamış oldukları deney düzeneklerine ilişkin çizimlerinin niteliği üzerinde değerlendirme yapılmamıştır. Bu aşamada öğrencilere önemli olanın, tasarlamış oldukları deney düzeneklerinin, hipotezlerini sınamada onlara yardımcı olacak bir araştırma planı niteliğinde olması gerektiği belirtilmiştir. Daha sonra öğrencilerin araştırma planlarını gerçekleştirmelerine yönelik, deney düzeneklerini uygulamaları sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerin, problem durumlarına göre uygun olduğunda gerçek laboratuvar malzemeleri, simülasyon kullanımını gerektiren ya da gerçek laboratuvar malzemelerinin yetersiz olduğu durumlarda ise sanal olarak PhET simülasyonları kullanarak, tasarlamış oldukları deney düzeneklerini oluşturmaları ve uygulamaları amaçlanmıştır. Etkinlikler boyunca öğrencilere kullanacakları malzemeler hazır olarak verilmemiş, malzemelerin bir masa üzerinde yer alan kutuların içinde karışık olarak bulundurulmasına özen gösterilmiştir. Öğrencilerin, kurmuş oldukları deney düzeneklerine uygun olarak gerekli malzemeleri, araştırmacının herhangi bir yönlendirmesi olmadan kendilerinin seçmesi sağlanmıştır. Simülasyonlar üzerinden yapılan uygulamalarda da öğrencilerin hangi malzemeleri kullanacaklarına kendilerinin karar vermesi sağlanmıştır. Bu aşamada yeterli sayıda ve düzgün çalışan deney malzemesinin hazır olarak bulundurulması dikkat edilen diğer faktörler arasında olmuştur. Öğrencilerin bu aşamada deney malzemeleri ile etkileşim içerisinde olmaları sağlanmıştır. Bunun için grupta yer alan her öğrencinin deney malzemelerini yakından incelemesine, malzemeler arasında bağlantılar kurabilmesine imkân verilmiştir. Öğrencilerin bu aşamada kurmuş oldukları deney düzenekleri ile hipotezleri arasında bağ kurmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin deney düzeneğini yanlış kurmaları halinde, malzemeleri daha yakından incelemeleri sağlanmış ve gerekli yerlerde öğrencilere ipuçları verilerek doğru bağlantılar kurabilmeleri hedeflenmiştir. PhET simülasyonları kullanılarak oluşturulan deney düzeneklerinde ise öğrencilerin zorlandıkları yerlerde program ile ilgili yönlendirmelerde bulunulmuştur. Aynı zamanda hem gerçek laboratuvar malzemeleri hem de PhET simülasyonları ile gerçekleştirilen deney düzeneklerinde, öğrencilerin değişkenleri değiştirerek; bunun, sonuç üzerinde olan etkisini gözlemlemeleri sağlanmıştır. Böylece öğrencilerin uygulama içerisinde neden-sonuç ilişkilerini, bağımlı-bağımsız değişkenler

arasındaki ilişkileri anlamaları hedeflenmiştir. Dördüncü basamağa ilişkin, etkinliklerde yer alan ilgili kısım Şekil 6’da örnek olarak gösterilmiştir.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Şekil 6. Etkinlik planlarının dördüncü aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinliklerin beşinci basamağı, dördüncü basamakta gerçekleştirilen uygulamalardan kanıtlar/veriler elde edilmesini ve bunların yorumlanmasını içermektedir. Bu süreçte öğrencilerin yapmış oldukları uygulamalar boyunca gözlem ve ölçüm sonuçlarını kaydetmeleri sağlanarak veri/kanıt toplamaları amaçlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin elde ettikleri verileri çeşitli şekillerde kayıt altına almaları sağlanmıştır. Bu nedenle öğrenciler, elde ettikleri kanıtları/verileri gerek sözel gerek semboller gerekse grafikler ile kaydetmeleri konusunda teşvik edilmiştir. Ardından öğrencilerin elde ettikleri kanıtları/verileri analiz ederek sonuca ulaşmaları sağlanmıştır.

Öğrencilerden ulaştıkları sonuçlar neticesinde hipotezlerinin doğrulanmadığını farkettiklerinde, hatanın deney düzeneklerinden mi yoksa hipotezlerden mi kaynaklandığını belirlemeleri beklenmiştir. Bunun için öğrencilerin kendi aralarında tartışmaları ve ilk etapta deney düzeneğini kontrol etmeleri amaçlanmıştır. Deney düzeneği doğru ise öğrencilerin hipotezlerini red edecek bir sonuç aldıkları durumda ilk basamağa yani sorgulama aşamasına geri dönmeleri sağlanmıştır. Bu süreçte öğrencilere, hipotezlerinin yanlış olmasının önemli olmadığı, önemli olanın doğru hipotez kurarak onu sınadıktan sonra doğru sonuçlara ulaşabilmeleri olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda hipotezlerinin red olması durumunda öğrencilerden, ilgili hipotezlerini silmemeleri, kurdukları sonraki hipotezlerini, red olan hipotezlerinin altına yazmaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin sınadıklarında kabul ve red olan hipotezleri arasındaki bağlantıları ve farkları görmeleri hedeflenmiştir. Bu şekilde öğrencilere, kendi zihinlerinde yerleşmiş olan kavram yanılgılarını ve bilimsel düşünceler ile

uyuşmayan açıklamalarının yanlışlığını, deneysel bir ortamda test ederek görme imkânı sunulmaya çalışılmıştır. Bu şekilde öğrencilerin kendi açıklamalarının ve kavramlarının yanlış olduğuna, sözel söylemlerin ötesinde bizzat kendi deneyimleri ile ikna olmaları sağlanmıştır. Böylece öğrencilerin, daha kolay bir şekilde kavramsal değişim aşamasına geçmeleri sağlanarak doğru kavramsal anlamalara ve bilimsel temellere dayanan açıklamalara ulaşmaları hedeflenmiştir. Beşinci aşamaya ilişkin, etkinliklerde yer alan ilgili kısım Şekil 7’de örnek olarak gösterilmiştir.

Deney sonucunu yazınız.

Şekil 7. Etkinlik planlarının beşinci aşamasına ilişkin etkinlik kâğıtlarındaki ilgili alan örneği

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Etkinliklerin altıncı basamağı ise, elde edilen kanıtlar/veriler aracılığı ile ulaşılan sonuçların paylaşılmasını ve iletilmesini içermektedir. Bu süreçte öğrencilerin ilgili konuya ve kavramlara yönelik çeşitli kaynaklardan da taramalar yapmaları sağlanmıştır. Daha sonra öğrenciler, kaynaklardan elde ettikleri bilgiler ile kendi ulaştıkları sonuçları sentezleyerek bir sonuca ulaşmaları konusunda teşvik edilmiştir. Ardından öğrencilerin elde ettikleri sonuçları çeşitli semboller, grafikler gibi farklı temsil biçimleri ile ya da sözel olarak ifade ederek iletmeleri beklenmiştir. Daha sonra her grubun, her etkinlikte değişecek şekilde belirledikleri grup liderleri tarafından, elde edilen sonuçları kendi grup üyelerine ve tüm sınıfa sunarak paylaşması ve iletilmesi sağlanmıştır. Özellikle hipotezi red olan gruplardan hem eski yazdıklarını hem yeni yazdıklarını, bunlar aralarındaki farkı ve hata yaptıkları yerleri paylaşmaları istenmiştir. Böylece tüm öğrencilerin yapılabilecek hatalardan, alternatif düşüncelerden ve doğru bilimsel açıklamalardan haberdar olmaları sağlanmıştır.

Sorgulama döngüsünde genel olarak ele alınan bu basamaklar ile basamaklarda izlenen yöntemler ve süreçler, çalışma süresince deney grubunda kullanılan tüm etkinliklerde genel olarak takip edilen bir döngü olmuştur. Çalışmada araştırmacı, deney grubunda, bilgi aktaran konumundan ziyade rehberlik eden, kolaylaştırıcı ve teşvik edici bir rol üstlenmiştir.

3.7. Deneyisel İşlem Sürecinde Uygulanan Sorgulama Temelli Etkinlik Planları

Çalışmanın deney grubunda uygulama süresince araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama temelli etkinlikler ile dersler işlenmiştir. Araştırmada sekiz sorgulama temelli etkinlik kullanılmış olup, sorgulama temelli etkinliklerin tamamı Ek 6'da yer almaktadır. Araştırmacı tarafından, hazırlanan her bir etkinlikle paralel olacak şekilde bir etkinlik planı oluşturulmuştur. Deney grubunda sorgulama temelli öğrenme gerçekleştirilirken ilgili etkinlik planları kapsamında, Llewellyn (2002) tarafından geliştirilen sorgulama döngüsü basamakları kullanılmıştır. Uygulama süresince etkinlikler, etkinlik planlarında izlenen sıra ile gerçekleştirilmiştir. Etkinlik planlarının sırası oluşturulurken, ilk olarak temel kavramların ve konuların öğretiminin yer aldığı etkinliklerden sonra, geçmiş öğrenilen kavramlarla ilişki kurulmasını gerektiren daha ileri konu ve kavramların yer aldığı etkinliklerin uygulanmasını gerektirecek şekilde bir düzenleme yapılmıştır. Böylece kolaydan zora, basitten karmaşığa gidilerek konuların ve kavramların birbiri ile bağlantılı, belirli bir hiyerarşi içerisinde işlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda etkinlik planlarının uygulanma sırası bu ilkeler gözetilerek belirlenmiştir. Aşağıda her bir etkinlik planı detaylı olarak açıklanmaktadır.

Etkinlik Planı 1

Birinci etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Basit elektrik devresi elemanlarını tanır.
- Basit elektrik devre elemanlarının özelliklerini bilir.
- Basit elektrik devresi kurabilir.
- Kısa devre ve kapalı devre kavramını bilir.

Etkinlik Planı 1, Etkinlik Kâğıdı-1'in uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

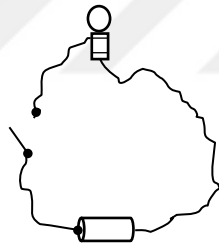
- *Elektrik devresi denildiğinde ne anlıyorsunuz?*
- *Elektrik devre elemanları nelerdir?*
- *Sizce bir lamba nasıl ışık verir?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

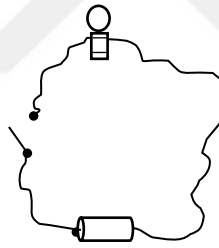
Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 8) problem yöneltilmiştir.

Ali, Ayşe ve Ahmet fen dersleri için basit bir elektrik devresi kurmak istemektedir. Devrelerinde bir pil, bir lamba ve bir de anahtar bulunacaktır. Ali Şekil I'de görülen devreyi, Ayşe Şekil II'de görülen devreyi ve Ahmet ise Şekil III'te görülen devreyi kurarak okula gelmiştir. Her devrede anahtarları kapattıklarında devrelerin çalışıp çalışmayacağı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Her bir devre için çalışacaksa neden çalışacağını, çalışmayacaksa devredeki problemin ne olduğunu belirtiniz.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 8. Etkinlik Planı-1'e ilişkin problem

Bu aşamada öğrenciler her üç şekildeki devre bağlantılarını karşılaştıracaklardır. Bu süreçte öğrencilerden;

- *Şekillerde yer alan devrelerde anahtar kapatılırsa ne olur?*
- *Akım lamba üzerinden geçer mi?*
- *Lambanın ışık vermesi için nasıl bir bağlantı olmalı?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerin problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak bir lambanın ışık verebilmesi için elektrik devresinin nasıl kurulması gerektiğine, kapalı devre ve kısa devre durumlarının lambanın ışık vermesini nasıl etkileyeceğine yönelik açıklamalara ve yaptıkları tartışmalar ile Şekil 7’de yer alan problem durumuna ilişkin şekillerdeki kapalı devre ve kısa devreleri belirleyebilmelerine yönelik açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için öğrencilerden; problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-1’de hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-1’de öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Etkinlik Kâğıdı-1’de yer alan içerik gerçek laboratuvar malzemeleri kullanımına uygun olduğu için, öğrenciler gerçek malzemelerin kullanımına yönlendirilmiştir. Fakat bu aşama, basit elektrik devresine temel oluşturan kavramları da içerdiğinden öğrencilerin süreç içerisinde ele alacakları bazı kavramları ve materyalleri farklı açılardan da somut kılmaları için ek olarak gerçek malzemeler ile yapılan uygulamalardan sonra bir de PhET simülasyonlarından faydalanılması yönünde hareket edilmiştir.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak ilk etapta öğrencilerden tüm şekillere yönelik duyun içerisine yerleştirilmemiş tek bir lamba kullanarak ardından buna bir de açık konumda anahtar ekledikleri bir düzenek kurmaya yönelik uygulamalar tasarımları ve yürütmeleri beklenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin bu aşamada lambanın üzerinde iletkenliğin sağlanacağı noktaların, lambanın bir altında bir de yan tarafında olduğunu keşfedecek, dolayısıyla iletken telin lambanın herhangi bir yerine yapacağı temasın ve pilin sadece tek bir kutbuna ya da aynı iki kutbuna iletken tel ile yapılan temas ya da temasların, elektrik akımının iletilmesi için yeterli olmadığını fark etmelerine yönelik uygulamalar tasarımları ve yürütmeleri de beklenmiştir.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-1’de deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerin temelde Şekil-8’de belirtilen problem durumunda yer alan Şekil I’e ilişkin pil ile lamba arasında iletken kablolar ile temas sağlandığı, anahtar kapatıldığı ve lambanın hem altına hem yan tarafındaki iletken noktalara temasın sağlandığı durumda lambanın ışık verdiğine, Şekil II ve Şekil III’te ise lamba ile pil arasında iletken kablolar aracılığı ile temas olmasına ve anahtar da kapatılmasına rağmen lambanın ışık vermediğine

yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir. Bu aşamada aynı zamanda PhET simülasyonları üzerinden benzer durumların oluşturularak benzer verilerin elde edilmesi beklenmiştir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerden; gerçek laboratuvar malzemeleri ile yapmış oldukları deneyler sonucunda Şekil I’de iletken pilin hem artı hem eksi ucuna yerleştirilen kablonun uçlarının lambanın hem altında hem yanında yer alan iletken noktalara yerleştirildiği ve anahtar kapatıldığı takdirde ışık verdiği; Şekil II’de iletken kablonun uçları pilin hem artı hem eksi ucuna yerleştirilmesine ve anahtar kapatılmasına rağmen iletken kablonun uçları lambada doğru yere temas ettirilmediğinden lambanın yanmadığı, Şekil III’te ise iletken kabloların uçları lambaya doğru temas ettirilmiş ve anahtar kapatılmış olmasına rağmen pilin kutuplarından biri boş bırakıldığından lambanın yanmadığı sonucuna ulaşmaları beklenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin lambanın yandığı devrede anahtarı açtıkları durumda elektrik akımının iletilememesinden dolayı lambanın ışık vermediği sonucuna ulaşmaları amaçlanmıştır. Böylece bu sürecin sonunda öğrencilerden basit bir elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının özelliklerini ve nasıl çalıştıklarını bilmeleri, basit bir elektrik devresini kurabilmeleri, kapalı devre ve açık devre kavramlarını anlamaları beklenmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Bundan sonraki uygulamalarda malzemelerin yer aldığı masada öğrencilerin tek lamba ile çalışırken bağlantılarda zorlanmamaları için duyun içerisine yerleştirilmiş lambalar bulundurulmasına özen gösterilmiştir.

Etkinlik Planı 2'ye geçmeden önce öğrencilerin duyu tekrar incelemeleri sağlanmış, lambanın duyu içine yerleştiği durumda nasıl bir durumun oluştuğu öğrencilere sorular sorularak kavratılmaya çalışılmıştır. Daha sonra öğrencilerin Etkinlik Planı 1'de oluşturmuş oldukları deney düzeneklerini ve uygulamalarını duylu lambalar kullanarak gerçekleştirmeleri sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 2

İkinci etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Açık devre kavramını bilir.
- Açık ve kapalı devre kavramlarını farklı durumlara uygular.

Etkinlik Planı 2, Etkinlik Kâğıdı-2'nin uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

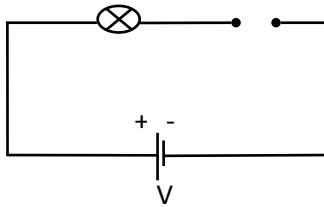
- *Neden elektrik devrelerinde bakır kablolar kullanırız?*
- *Avizenizdeki lambalardan birine gelen kablolarda kopukluk olursa ne olur?*
- *Evlerinizin girişindeki sigorta ne işe yarar?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

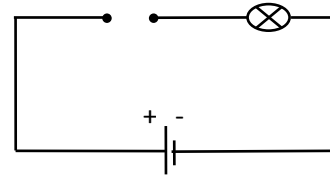
Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 9) problem yöneltmiştir.

Her bir devre için Cengiz Şekil I’de, Selim ise Şekil II’de görülen devreyi kurarak derse gelmişlerdir. Şekil I ve Şekil II’deki devrelerde yer alan lambaların ışık verip verememe sebebini açıklayınız.



Şekil I



Şekil II

Yukarıdaki devrelerin çalışıp çalışmayacağı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Her bir devre için çalışıyorsa neden çalışacağını, çalışmayacaksa devredeki problemin ne olduğunu belirtiniz.

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 9. Etkinlik Planı-2’ye ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- Devredeki açıklık lambanın ışık vermesini nasıl etkiler?
- Açıklığın yeri lambanın ışık vermesini etkiler mi?
- Pilin yalnızca artı ya da eksi kutbunun lambaya değmesi lambanın ışık vermesi için yeterli midir?

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden, yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu aşamada öğrencilerin problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak; hangi durumlarda açık devre oluşabileceğine, devredeki açıklığın lambanın önünde ya da arkasında yer almasının devreyi nasıl etkileyeceğine, açık devre durumunun lambanın ışık vermesini nasıl etkileyeceğine yönelik açıklamalara dair yaptıkları tartışmalar ile Şekil 9’da yer alan problem durumuna ilişkin şekillerdeki farklılıklara ve bunun lambaların ışık verme durumu üzerindeki etkisine yönelik açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altına cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-2’de hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarlama ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarlama ve yürütme istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-2’de öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarlama ve yürütme için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Etkinlik Kâğıdı-2’de yer alan içerik gerçek laboratuvar malzemeleri kullanımına uygun olduğu için, öğrenciler gerçek malzemelerin kullanımına yönlendirilmiştir. Her öğrenci grubunun kendi hipotezlerini sınamaya yönelik tasarlamış oldukları deney düzeneklerini kurmaları için masada bulunan malzemelerden kendilerine uygun olanları belirleyerek uygulama aşamasına geçmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilere, önemli olanın, hipotezlerini sınamaya uygun olan bir deney düzeneği tasarımları olduğu belirtilmiştir.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi; genel olarak ilk etapta öğrencilerden devredeki kopukluğu sağlamak adına birbiri ile birleşmeyen iletken teller ya da bir anahtar kullanarak lambanın önünde ve arkasında iletkenliğin olmadığı bir açıklık oluşturacakları ve daha sonra her iki durumda da lambanın ışık vermediğini gözlemleyecekleri uygulamalarda bulunacakları bir deney düzeneği tasarlayarak uygulamaları beklenmektedir.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Bu aşamada, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-2’de deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerden, temelde problem durumunda yer alan durumdan yola çıkarak ve Etkinlik Planı 1’de elde ettikleri sonuçların bir devamı niteliğinde, elektrik akımının iletilmediği bir devre oluşturulması durumunda ortaya çıkan kapalı devre kavramını, devre elemanlarını ve özelliklerinin neler olduğunu, bir devrede lambanın yanmama durumlarından birinin elektrik akımının iletilmemesi olduğunu, devrede anahtarın açık olmasının dışında iletken tellerde bir kopukluk olmasının devrede yer alan devre elemanlarını ve devredeki lambaların ışık verip vermeme durumunu nasıl ve neden etkilediğini, devredeki açıklığın pilin artı ya da eksi kutbu tarafında olmasının devredeki lambanın ışık vermesini nasıl etkilediğini, çeşitli nedenlerle devre elemanları arasındaki etkileşimin bozulması sonucunda ortaya çıkan açık devre kavramını anlamaya yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerden Etkinlik Planı 1’deki kazanımlara paralel olarak devre elemanlarının özelliklerini bilerek, basit bir elektrik devresi oluşturabilmeleri beklenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin elektrik akımının iletilmediği ve devrede açıklık olmadığı durumları temsil eden devrelere, kapalı devre dendiğine; devrede anahtarın açık olması dışında aynı zamanda iletken tellerin kopuk olması gibi devre elemanlarının birbiri ile etkileşimi sağlayamadıkları durumlarda elektrik akımının

iletilememesi sonucunda oluşan devrelere açık devre dendiğine ve iletkendeki kopukluğun pilin hangi kutbu tarafında olduğunun önemi olmadığına yönelik sonuçlara ulaşmaları beklenmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 3

Üçüncü etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Eş değer direnç hesaplar.
- Dirençlerin seri bağlanmasının devredeki toplam direnci arttıracığını bilir.
- Dirençlerin paralel bağlanmasının devredeki toplam direnci azaltacağını bilir.
- Lamba parlaklığını etkileyen değişkenleri bilir.
- Devredeki lamba parlaklığı üzerinde eşdeğer direncin etkisini açıklar.

Etkinlik Planı 3, Etkinlik Kâğıdı-3'ün uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

- *Bir elektrik devresinde lamba sayısını arttırmamız lambaların parlaklığını etkiler mi?*
- *İki lambayı birbirine bağlarken nelere dikkat etmemiz gerekir?*

gibi sorular yöneltilecek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 10) problem yöneltilmiştir.

Karanlık bir oda bir pil ve iki lamba kullanılarak aydınlatılmak istenmektedir. Eve gelen elektrikçilerden biri, iki lambanın birbirine seri bağlanması durumunda odanın daha çok aydınlanacağını söylerken, diğeri paralel bağlanması durumunda daha iyi aydınlanacağını savunmuştur. Oda'nın daha aydınlık olması için hangi tip bağlama yapılmalıdır?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 10. Etkinlik Planı-3'e ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- *Lamba sayısını arttırmamız parlaklığı nasıl etkiler?*
- *Lamba sayısını arttırdığımız farklı durumların parlaklık üzerine etkisi neden farklıdır?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini

iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerin problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak seri bağlı ve paralel bağlı devrelerde lamba parlaklıklarına hangi faktörlerin etki ettiğine, lamba parlaklıklarının neden farklı olduğuna, devrede ele alınan tüm lambalara ait dirençlerin neyi ifade ettiğine ve bunun lamba parlaklıkları üzerindeki etkisinin seri ve paralel bağlı devrelerde neden farklılaştığına yönelik açıklamalara dair yaptıkları tartışmalarla olası çözümlere yönelik birtakım açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-3'te hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-3'te öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Etkinlik Kâğıdı-3'te yer alan içerik itibari ile paralel bağlama esnasında iç direnç problemi ortaya çıkıp parlaklığı etkileyebileceği için bu etkinlikte öğrenci grupları PhET simülasyonları kullanmaya yönlendirilmiştir. Bu aşamada öğrencilere, önemli olanın, hipotezlerini sınamaya uygun olan bir deney düzeneği tasarımları olduğu belirtilmiştir.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak ilk etapta öğrencilerin iki lambadan oluşan seri bağlı bir devre oluşturmaları beklenmiştir. Bu süreçte öğrencilerden tek lamba kullanarak oluşturdıkları bir devreye seri bağlı özdeş bir lamba daha eklediklerinde lambalardaki

parlaklıkların azaldığını, öte yandan paralel bağlı özdeş bir lamba daha eklediklerinde ise lambalardaki parlaklıkların değişmediğini ve seri bağlıya göre daha parlak olduğunu gözlemleyecekleri devre düzenekleri oluşturmaları beklenmiştir. Daha sonra öğrencilerden bunun neye bağlı olduğunu belirlemek adına seri ve paralel bağlı devrelerde akımın nasıl ilerlediğine yönelik lamba parlaklığına etki edecek değişkenlerden akım ve direnç üzerine odaklanarak her bir lambanın direnç değerlerini ve lambalara ulaşan akım değerlerini belirlemeye yönelik uygun ölçü aracını kullanarak ölçüm alacakları ve elde ettikleri sonuçları not edebilecekleri uygulamalarda bulunacakları, böylece problem durumunu çözüme ulaştıracak bir süreç içerisinde, deney düzeneği tasarlayarak uygulamaları beklenmektedir.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-3'te deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerden; temelde problem durumunda yer alan durumdan yola çıkarak seri ve paralel bağlı devrelerde akımın ve devredeki direncin nasıl değiştiğini, lamba parlaklığını etki eden değişkenlerin neler olduğunu, seri ve paralel bağlı devrelerde lamba eklendiğinde lamba parlaklıklarının neden ve nasıl değiştiğini, devredeki direncin lamba parlaklıkları üzerinde ne gibi bir etkisi olduğunu, eşdeğer direncin birden fazla direncin değerini ifade etmede kullanılabilecek tek bir direnç olarak ifade edilebileceğini, eş değer direncin seri ve paralel bağlı devrelerde nasıl değiştiğini ve lamba parlaklıklarını nasıl etkilediğini kavramaya yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir.

Aynı zamanda öğrencilerin elde etmeleri gereken verilerden diğerleri de, paralel bağlı devrelerde devreye paralel olacak şekilde, seri bağlı devrelerde ise devreye seri bağlı olacak şekilde lamba eklendiğinde lambaların parlaklık durumlarının nasıl olduğunu; paralel bağlı devrede birbirine paralel lambalar üzerinden geçen akımların toplamı ile anakoldan çıkan akım arasında nasıl bir ilişki olduğunu ve birbirine paralel kollarda yer alan toplam gerilim ile devrenin gerilimi arasında nasıl bir ilişki olduğunu kavramaya; benzer şekilde seri bağlı devrede, devrede yer alan lambalara ulaşan gerilim ile devre gerilimi arasında nasıl bir ilişki olduğunu kavramaya yöneliktir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin seri bağlı devrelere özdeş lambalar eklendiğinde lambaların parlaklıklarının azaldığına; fakat paralel bağlı

devrelerde bu durumda parlaklıkların değişmediğine; paralel bağlı devrede akımın kollara ayrıldığına, seri bağlı devrede ise aynı kol üzerinde devam ettiğine; lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerden birinin direnç olduğuna, birden fazla direncin değerini ifade etmede eşdeğer direncin kullanıldığına, seri bağlı devrelerde devrenin eşdeğer direnci daha fazla olacağından lamba parlaklıklarının daha az olacağına, fakat paralel bağlı devrelerde devredeki eşdeğer direnç daha az olacağı için lamba parlaklıklarının daha fazla olacağına yönelik sonuçlara ulaşmaları beklenmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 4

Dördüncü etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Açık devre kavramını seri devrelere uygular.
- Açık devre kavramını paralel devrelere uygular.

Etkinlik Planı 4, Etkinlik Kâğıdı-4'ün uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

- *Salon avizelerimizde birden çok lamba bulunur. Sizce bu lambalar birbirine seri mi yoksa paralel mi bağlanmıştır? Cevabınızın doğruluğunu kanıtlayabileceğiniz bir durumla karşılaştınız mı?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına

ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 11) problem yöneltilmiştir.

Ahmet elindeki iki lambayı bir pil kullanarak önce seri sonra da paralel bağlamıştır. Lambaları seri bağladığında her iki lambada ışık vermezken, paralel bağladığında bir lamba ışık vermiştir. Sizce bu durumun sebebi ne olabilir? Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 11. Etkinlik Planı-4'e ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- *Lambalar patlak değilse seri bağlandığında neden hepsi söndü?*
- *Paralel bağlandığında neden tek bir lamba ışık verdi?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri

sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerden problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak seri ve paralel bağlı devrelerde hangi durumlarda bir açık devre oluşabileceğine, açık devre olduğu durumda bu durumun seri ve paralel bağlı devrelerde yer alan lambalar üzerinde nasıl bir etkiye sahip olacağına yönelik açıklamalara dair yaptıkları tartışmalarla olası çözümlere yönelik birtakım açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-4'te hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini "Bence ..." şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-4'te öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Etkinlik Kâğıdı-4'te yer alan içerik gerçek laboratuvar malzemeleri kullanımına uygun olduğu için, öğrenciler gerçek malzemelerin kullanımına yönlendirilmiştir. Bu aşamada öğrencilere diğer ders planlarından farklı olarak hangi deney malzemelerine ihtiyaç duydukları sorularak bu seferlik malzemelerin masadan, grup masalarına araştırmacı tarafından getirilmesi sağlanmıştır. Çünkü öğrencilerin devrede kullanacakları lambalardan birinin patlak diğerinin sağlam olması gerekmektedir. Öğrencilerin lambaları rastgele alması durumunda her iki lambayı da patlak ya da sağlam seçme şansları bulunduğundan, deney istenilen sonuca ulaşamayacaktır. Malzemelerin nasıl kullanılacağına karar verme süreci öğrencilere bırakılmıştır. Bu süreç içerisinde her bir gruba bir bozuk ve bir sağlam lamba verildikten sonra, öğrencilere doğrudan bir deney düzeneği tasarlayarak uygulama aşamasına geçebilecekleri

bildirilmiştir. Bu aşamada öğrencilere, önemli olanın, hipotezlerini sınamaya uygun olan bir deney düzeneği tasarımları olduğu belirtilmiştir.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak ilk etapta öğrencilerin farklı şekillerde farklı devre elamanları ve bağlantılar kullanarak iki lambadan oluşan seri ve paralel bağlı devreler tasarımları ve onun üzerinden uygulamalar yapmaları beklenmektedir. Bu aşamada seri bağlı devrede yer alan lambalardan her ikisinin de yanmadığını fark eden öğrencilerden; pilin ve lambaların çalışıp çalışmadığına, devredeki iletken tellerde bir sorun olup olmadığına dair uygulamalarda bulunmaları beklenmiştir. Daha sonra öğrencilerin, lambalardan birinin çalışmadığını, diğerinin sağlam olduğunu anladıktan sonra devredeki diğer lamba/ların yandığını gözlemleyebilecekleri paralel bağlı bir devre kurmaya yönelik uygulamada bulunmaları amaçlanmıştır.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-4'te deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerden temelde problem durumunda yer alan durumdan yola çıkarak tasarlayıp uygulamış oldukları deneyler sonucunda lambalardan birinin sağlam birinin işlemez durumda olduğuna, paralel bağlı devrede sağlam olan lambanın beklediği gibi yanmasının; fakat seri bağlı devrede ise kalan lambanın sağlam olmasına rağmen neden yanmadığına yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin seri bağlı devrelerde akım tek bir koldan devam ettiği için lambalardan birinin patlamış olma durumunun devrede açık devre meydana getireceğine ve bu nedenle akımın iletilememesine yol açtığından devrede yer alan diğer lamba ya da lambaların da yanmayacağına yönelik bir yargıya varmaları beklenmiştir. Bunun yanında, öğrencilerden ulaşmaları beklenen diğer sonuçlar ise; paralel bağlı bir devrede anakoldan ayrılan akımın kollara bölündüğü ve daha sonra birleşerek anakola geri döndüğüne, bu nedenle patlak lambanın yer aldığı devrenin kolunda açık devre meydana gelmesine ve akım iletilememesine rağmen, devrenin diğer kolunda herhangi bir sorun olmadığı için akım iletilebileceğinden orada yer alan lambanın yanacağına yönelik olmasıdır.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 5

Beşinci etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Basit bir elektrik devresinde potansiyel fark ve akım arasında ilişki kurar.
- Akım gerilim grafiği kullanarak direnç değerine ulaşır.
- Ohm yasasını açıklar.

Etkinlik Planı 5, Etkinlik Kâğıdı-5'in uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere;

- *Bir elektrik devresinde akımın büyüklüğünü etkileyen değişkenler neler olabilir?*
- *Neden bir lambayı 9V'luk piller kalem pillerden daha parlak yakar?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı

açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 12) problem yöneltilmiştir.

Ayşe'nin elinde değerini bilmediği bir direnç, ayarlanabilir gerilim sağlayan bir güç kaynağı, bir ampermetre ve bir voltmetre vardır. Ayşe elindeki malzemeleri kullanarak direncin değerini belirlemek isterse nasıl bir deney yapmalıdır?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 12. Etkinlik Planı-5'e ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- *Bir direncin değeri, direnç ölçer olmadan nasıl belirlenebilir?*
- *Devredeki akım, gerilim ve direnç arasında nasıl bir ilişki vardır?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerin problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak basit bir elektrik devresinde alacakları ölçümler ile gerilim,

akım ve direnç değerlerindeki herhangi bir değişimin diğerlerini nasıl etkileyebileceğine, bunlar arasında nasıl bir ilişki olduğuna yönelik açıklamalara dair yaptıkları tartışmalarla olası çözümlere yönelik birtakım açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-5'te hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-5'te öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu süreçte öğrencilerden gerçek laboratuvar malzemeleri kullanarak bir deney yürütmeleri beklenmiştir. Değeri bilinmeyen bir direnç araştırmacı tarafından gruplara dağıtılmıştır. Öğrenciler deneyde kullanacakları diğer malzemelere kendileri karar vererek ulaşmışlardır. Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak, deney aşamasında öğrencilerden bir elektrik devresinde direnç üzerinden geçen akım ve direncin uçları arasındaki potansiyel fark değişimini gözlemleyebilecekleri bir deney düzeneği kurmaları beklenmektedir. Araştırma boyunca kullanılacak olan malzemeler arasında ayrı voltmetre ve ampermetreler yerine birçok farklı ölçüm yapan multimetreler de bulunmaktadır. Öğrenciler daha önce multimetre kullanmadığından araştırmacı multimetrelerin kullanımı konusunda öğrencilere rehberlik etmiştir. Multimetrenin skala ayarları ve bağlantı durumları gruplara araştırmacı tarafından ayrı ayrı anlatılmıştır.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-5'te deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrenciler temelde yapmış oldukları uygulamalar ve aldıkları ölçümler sonucunda elde ettikleri değerlere yönelik ulaştıkları verileri ve kanıtları bir tablo olarak sunmaları için yönlendirilmiştir. Daha sonra öğrencilerden tablo haline getirdikleri verileri daha anlaşılır kılmak adına bir grafiğe dönüştürmeleri beklenmiştir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin devredeki gerilim ve akım arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu ve bu ikisinin birbirine oranının her zaman sabit olduğunu ve bunun da direnci verdiğini fark etmeleri amaçlanmıştır. Böylece öğrencilerin bu oranı ve ilişkiyi matematiksel olarak nasıl ifade edebileceklerine yönelik sorgulama yapmaları sağlanarak $V=i.R$ denklemine ulaşmaları beklenmiştir. Öğrenciler denkleme ilişkin sonuca ulaştıktan sonra öğrencilere bu denklemde yer alan ilişkinin *ohm yasasına* yönelik olduğunun ifade edilmesi yoluna gidilmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 6

Altıncı etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Voltmetrenin iç direncinin büyük olduğunu anlar.
- Voltmetrenin ölçüm yapılacak devre elemanına paralel bağlanacağını bilir.

Etkinlik Planı 6, Etkinlik Kâğıdı-6'nın uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

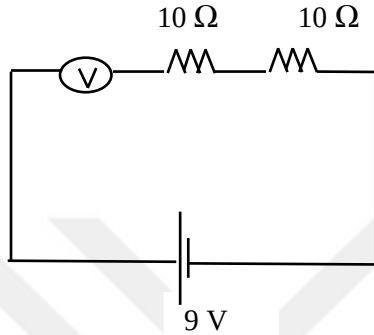
- *Voltmetre nedir?*
- *Voltmetre gerilimi nasıl ölçer?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 13) problem yöneltmiştir.

Ahmet eşit büyüklükteki iki direnci seri bağlayarak her bir direncin gerilimini belirlemek istiyor. Teorik olarak seri bağlı eşit büyüklükteki dirençlerin pilin gerilimini eşit paylaşacaklarını biliyor. Deney için 9 V'luk bir pil, 10 Ω 'luk iki direnç ve bir voltmeter kullanarak aşağıdaki şekilde yer alan devreyi kuruyor.



Ahmet voltmetreyi gözlemlediğinde okuduğu değerin beklediğinden farklı olduğunu görüyor. Voltmetre kaç V'u okumuştur? Ahmet'in beklediği sonuca ulaşamamasının nedeni nedir?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 13. Etkinlik Planı-6'ya ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- *Voltmetre devre elemanlarına nasıl bağlanmıştır?*
- *Voltmetre bu durumda hangi dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkı belirleyebilir?*
- *Voltmetrenin iç direnci devreyi nasıl etkiler?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu

aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerden voltmetrenin iç direncine vurgu yaparak devrede okuyacağı değer hakkında birtakım açıklamalar yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-6'da hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-6'da öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu süreçte isteyen öğrencilerin gerçek laboratuvar malzemeleri kullanarak gerçek ortamda bir deney tasarlayarak uygulamaları, isteyen öğrencilerin ise PhET simülasyonlarından yararlanarak bir deney düzeneği tasarlayarak uygulamaları sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilere, önemli olanın, hipotezlerini sınamaya uygun olan bir deney düzeneği tasarımları olduğu belirtilmiş ve seçim konusunda bu anlamda öğrenciler serbest bırakılmışlardır.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak öğrencilerden direçler, güç kaynağı ve iletken teller, kullanarak bir elektrik devreleri tasarımları beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin voltmetreyi devrenin önüne ya da sonuna seri bağlı olarak eklemeleri halinde okuduğu değeri gözlemlemeye yönelik uygulamalarda bulunmalarını içerecek, aynı zamanda ek olarak

voltmetrenin devredeki dirençlere ayrı ayrı ya da birlikte olarak paralel bağlandığı durumu temsil eden, bir düzenek tasarlayarak uygulamaları beklenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin her bir ölçümden sonra ölçüm sonuçlarını kaydetmeleri sağlanmıştır.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-6'da deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerin temelde problem durumunda yer alan durumda voltmetrenin devreye seri bağlandığında devrenin direncini arttırdığına ve devreden akım geçmemesine ya da çok az akım geçmesine neden olabileceğini kavramaya yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin elde etmeleri gereken verilerden biri de, voltmetrenin ölçüm yapılması gereken devre elemanına paralel bağlanması gerektiği, paralel bağlandığında ise akımın onun üzerinden geçmeyeceği onun yerine bağlandığı lambadan geçeceğini böylece voltmetrenin iki uç arasındaki potansiyel farkı (gerilimi) belirleyebileceğine yöneliktir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin basit bir elektrik devresinde voltmetrenin iç direncinin çok büyük olduğu için devreye seri bağlandığı takdirde devredeki direnci arttıracığı ve devreden akım geçmesini engelleyeceğine, devrede gerilimi belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçme aracı olduğuna ve bu nedenle gerilimi ölçülmesi hedeflenen devre elemanlarının potansiyel fark oluşturan iki ucuna paralel bağlanması gerektiğine, paralel bağlandığı durumda devredeki akımı engellemediğine, çünkü devredeki akımın her zaman en az dirençli yolu yolu tercih edeceği bilgisini elde etmeleri beklenmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 7

Yedinci etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Ampermetrenin iç direncinin küçük olduğunu anlar.
- Ampermetrenin ölçüm yapılacak devre elemanına seri bağlanacağını anlar.

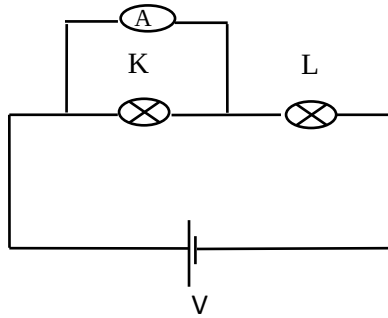
Etkinlik Planı 7, Etkinlik Kâğıdı-7'nin uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere,

- *Ampermetre nedir?*
- *Ampermetre devredeki akımı nasıl ölçer?*

gibi sorular yöneltilerek, öğrencilerin öğrenecekleri konuya ve konu ile ilişkili temel kavramlara dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile onların konuya yönelik hazırbulunuşluk durumlarına ilişkin de bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin konuya yönelik dikkatleri çekilerek odaklanmaları sağlandıktan sonra etkinlikler öğrencilere sunulmuştur.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 14) problem yöneltilmiştir.



Ali şekildeki devreyi kurarak K lambasından geçen akımı belirlemek istiyor. Cansu bu devreyi gördüğünde ampermetrenin akımı okuyacağını ancak L lambasının parlaklığının değişeceğini söylemiştir. Ali ise bu fikre karşı çıkarak devreye bağladığı ölçü aletinin devre elemanlarının parlaklıkları üzerinde bir etkisinin olmayacağını savunmuştur. Ali'nin devreye bağladığı ampermetre devre elemanlarının parlaklıklarını etkiler mi? Ali bu devre ile K lambasından geçen akımı belirleyebilir mi?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 14. Etkinlik Planı-7'ye ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- *Ampermetrenin bağlanması devreyi nasıl etkiler?*
- *Ampermetre devreden geçen akımı etkiler mi?*
- *Bu bağlantıda ampermetre herhangi bir akım okuyabilir mi? Okursa bu akım K lambasından geçen akım mıdır?*

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte

öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerden ampermetrenin iç direncine vurgu yaparak devrede okuyacağı değer hakkında birtakım açıklamalar yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-7’de hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-7’de öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu aşamada etkinliğin içeriği itibari ile gerçek laboratuvar malzemeleri kullanımı, deneyi gerçekleştirmede yeterli olacağı için, öğrenci grupları gerçek malzemelerin kullanımına yönlendirilmiştir.

Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi öğrencilerden genel olarak, seri bağlı bir devre oluşturarak devrede yer alan lambalardan birine paralel olarak bağladıkları ampermetrenin okuduğu değeri ve bu sırada lambaların yanıp yanmama ve parlaklık durumlarını gözlemlemelerine yönelik uygulamalarda bulunmaları beklenmiştir. Normal seri bağlı bir devrenin herhangi bir yerinde ve devre elemanlarında sorun olmadığı durumda normal koşullar altında devrede yer alan

lambaların yanması gerekirken, bu durumda öğrencilerin ampermetrenin bağlandığı lamba ya da lambaların yanmadığını geri kalan lamba ya da lambaların ise daha parlak yandığını görmelerine yönelik uygulamalar yapmaları beklenmiştir.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-7’de deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu bağlamda öğrencilerin temelde problem durumundaki devrede ampermetrenin devredeki akımı belirlediğine, fakat iç direnci çok küçük olduğu için herhangi bir lambaya paralel bağlandığı durumda akımın kendi üzerinden geçmesini sağlayacağı için, böylece paralel bağlı bulunduğu lamba ya da lambaları kısa devre edeceğine yönelik verilere ulaşmaları beklenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin elde etmeleri gereken verilerden biri de, ampermetrenin iç direnci küçük olduğundan dolayı akımın kendi üzerinden geçmesini sağlayarak, seri bağlı bir devrede paralel olarak bağlandığı lamba ya da lambaları kısa devre edeceğinden seri bağlı devredeki eşdeğer direnci azaltmasından dolayı geri kalan lambaların daha parlak yanmasına sebep olacağına yöneliktir.

Öğrencilerin toplamış oldukları bu kanıtlar/veriler aracılığı ile araştırmanın sonucuna yönelik ifadeler oluşturmaları beklenmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin basit bir elektrik devresinde ampermetrenin devreden geçen akımı okuduğunu ve seri bağlanması gerektiğine, aynı zamanda ampermetrenin iç direncinin çok küçük olduğuna ve bu nedenle seri bağlı bir devredeki herhangi bir lambaya paralel bağlandığı durumda ilgili lambayı kısa devre edeceğine ve seri bağlı devredeki eşdeğer direnci azaltacağından geri kalan lambalardan daha fazla akım geçmesine neden olacağından onların parlaklıklarının artacağına yönelik sonuçlara ulaşmaları beklenmiştir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

Etkinlik Planı 8

Sekizinci etkinlik planında ele alınan öğrenme kazanımları aşağıda yer almaktadır.

- Dirençle gerilim bölmeyi bilir.
- Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkın direncin değeri ile doğru orantılı olduğunu anlar.

Etkinlik Planı 8, Etkinlik Kâğıdı-8'in uygulanması süreci ile işlemektedir. Etkinliğin uygulamasına geçmeden önce, ilgili konuya ve problem durumuna yönelik merak uyandırmaya ve dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından öğrencilere;

- *Ohm yasası nedir?*
- *Ohm yasası gerilim ve akımı nasıl ilişkilendirmektedir?*

gibi sorular sorularak geçmiş bilgilerin hatırlanması sağlanmıştır. Böylece öğrencilerin yeni öğrenecekleri konuda kullanacakları temel kavramlara dikkatleri çekilmiştir.

Birinci Basamak: Sorgulama Aşaması

Etkinlik planının giriş kısmında gerçekleştirilen dikkat çekme sürecinden sonra bu aşamada öğrencilerin etkinlikleri edinmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerden, ilgili problem durumuna yönelik zihinlerinde *Neden?* ve *Niçin?* sorularını oluşturmaları ve farklı açılardan sorgulama yapmaya yönelmeleri beklenmektedir. Bu etkinlik planının ilk aşamasında öğrencilere aşağıdaki (Şekil 15) problem yöneltilmiştir.

Ahmet'in elinde 3 V'luk gerilimle çalışan bir lamba ve 9V'luk bir pil bulunmaktadır. Ahmet lambayı çalıştırmak istemektedir; ancak lambayı pile bağlaması durumunda lambanın patlayacağını bilmektedir. Bunun üzerine daha küçük gerilimli bir pil bulabilmek için odasını aramaya başlar. Ancak aramaları sonucunda bulabildiği tek şey 10 Ω 'luk 5 adet direnç olmuştur. Ahmet bu dirençleri kullanarak lambayı patlatmadan yakabilir mi?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Şekil 15. Etkinlik Planı-8'e ilişkin problem

Bu aşamada öğrencilerden;

- 9 V'luk pilin gerilimini 3V'a düşürmek mümkün müdür?
- Lambanın uçları arasında 3V'luk bir gerilim bulunması nasıl sağlanabilir?

gibi sorular üzerinde düşünerek, kendi sorgulama süreçlerini başlatmaları beklenmektedir. Öğrencilere bu aşamada sorgulama ve tartışma yapmaları için yeterli süre tanınmıştır.

İkinci Basamak: Edinme/Olası Çözümler İçin Beyin Fırtınası Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin yapmış oldukları sorgulamalar ile problem durumuna yönelik bildiklerini ortaya çıkarmaları, ardından bunlara dayanarak çözüme yönelik birtakım olası açıklamaları gerekçelendirerek sunmaları amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu süreçte öğrencilerden yapmış oldukları sorgulamalar ile beyin fırtınası yapmaları, var olan bilgi ve kavramlarını ortaya çıkartmaları ve olası çözümler için düşünceleri beklenmektedir. Bu aşamada öğrencilerin, grupta yer alan diğer grup üyeleri tarafından birbirlerinin düşüncelerini iyi/kötü, doğru/yanlış şeklinde yargılamamaları ve fikirlerini özgürce dile getirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda araştırmacı tarafından da öğrencilerin fikirlerinin eleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin problem durumuna ilişkin cevaplarını ön bilgilerine dayandırarak açıklamaları istenmiştir.

Bu bağlamda, bu aşamada öğrencilerin problem durumuna ilişkin olası çözümlere yönelik, ön bilgilerine dayanarak basit bir elektrik devresinde gerilimi değiştirme imkânı

olmadığında gerilimi azaltmak adına neler yapılabileceğine, bir devredeki gerilimi azaltmada dirençlerin nasıl bir etkisi olduğuna yönelik açıklamalara dair yaptıkları tartışmalar ile olası çözümlere yönelik birtakım açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçların belirlenebilmesi için, öğrencilerden problemin hemen altında cevaplarının nedenlerini açıklamalarının istendiği boş bir kutucuğu doldurmaları beklenmektedir.

Üçüncü Basamak: Tahmin/Test Edilebilir Açıklama Belirleme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarından, Etkinlik Kâğıdı-8’de hipotezlerini yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir. Bunun için bu aşamada öğrencilerden, önceki aşamalarda sorgulamalarına da dayanarak problemin çözümüne yönelik tahminlerini “Bence ...” şeklinde başlayan açıklayıcı ifadelerle dönüştürerek, bir hipotez şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü Basamak: Uygulama/Bir Plan Tasarlama ve Yürütme Aşaması

Bu aşamada öğrencilerden, hipotezlerini sınamaları için, bir plan tasarımları ve uygulamaları istenmiştir. Bu amaçla öğrenci gruplarından bir deney düzeneği tasarımlarının istendiği bu aşamada Etkinlik Kâğıdı-8’de öğrencilerden, araştırmayı planlama ve uygulama süreçlerini temsil edecek şekilde ilgili deney düzeneklerini tasarımları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu süreçte öğrenciler, lambaların direnç değerlerini değiştirmeye ve gerektiğinde iç direnci yok etmeye olanak tanıdığından PhET simülasyonlarını kullanmaya yönlendirilmişlerdir. Bu aşamada öğrenciler çeşitli deney tasarımları üzerinden değişik uygulamalar yapabilecekleri gibi genel olarak öğrencilerden simülasyon kullanarak kendi özgün deneylerini tasarımları beklenmiştir.

Beşinci Basamak: Toplama/Kanıt Toplama ve Sonuca Ulaşma Aşaması

Etkinlik planının bu aşamasında, öğrencilerin uygulamalarına yönelik kanıtlar/veriler toplamaları ve toplamış oldukları kanıtları/verileri analiz ederek değerlendirip yorumlamaları ve sonuçlara ulaşmaları amaçlanmıştır. Bunun için bu aşamada öğrenci gruplarından Etkinlik Kâğıdı-8’de deney sonuçlarını yazmaları için boş bırakılan ilgili kutucuğun doldurulması istenmiştir.

Bu süreçte öğrencilerden devrelerde gerilim ile direnç arasındaki ilişkiyi anlayarak, pilin geriliminin değiştirilemediği durumlarda gerilimi azaltmak adına direnç

kullanılabileceğine, seri bağlı bir devrede gerilimin dirençler arasında, dirençlerin değeri ile doğru orantılı olarak paylaşıldığına yönelik veriler elde etmeleri beklenmektedir.

Bu aşamada öğrencilerden yaptıkları deney sonunda dirençleri seri bağlayarak pilin üzerindeki gerilimi dirençler üzerinde bölmeleri ve bu durumda gerilimin direnç değerleri ile doğru orantılı olarak paylaştırıldığını söyleyerek gerilim bölücüler kuralına ulaşmaları beklenmektedir.

Bu süreçte deney düzeneğini doğru kurduklarını ve deney düzeneklerinin problem durumuna yönelik çözüm için yol gösterici olduğunu ifade eden öğrenci gruplarından, hipotezlerinin doğru sınanmadığı durumlarda deney düzeneklerini ve bağlantılarını kontrol etmeleri istenmiştir. Bu aşamada hipotezi red olan öğrenci gruplarının ise başa dönerek ilgili cevaplarını ve nedenlerini tekrar ifade etmeleri, uygun hipotezler ve deneyler ile süreci tekrarlamaları sağlanmıştır.

Altıncı Basamak: Sunma/Sonuçları Paylaşma ve İletme Aşaması

Bu aşamada öğrenci gruplarının sonuçları belirledikten sonra konuya ve kavramlara yönelik kısa bir kaynak taraması yapmaları, varmış oldukları sonuçlar ile kaynaklarda ulaştıkları bilgileri bağdaştırarak bir sonuç oluşturmaları amaçlanmıştır. Etkinlik kâğıtları bu son aşama ile tamamladıktan sonra, her gruptan bir sözcü seçilerek (her uygulamada sözcünün değiştirilmesi esas alınarak), ilgili grupların varmış oldukları sonuçları grup üyeleri ve tüm sınıf ile paylaşmaları sağlanmıştır.

3.8. Araştırmacının Rolü

Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına etkisinin incelendiği bu araştırmada, araştırmacının birtakım rolleri mevcuttur. Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek üzere deney ve kontrol grubunda deneysel işlem sürecinin başında ve sonunda uygulanan üç aşamalı basit elektrik devreleri kavram testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra kavram testi ile elde edilen nicel verileri desteklemek ve sınıf öğretmeni adaylarının kavram yanılgısı barındıran düşüncelerine ilişkin açıklamalara ulaşmak için 6 açık uçlu sorunun yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Araştırmanın katılımcılarını oluşturan sınıf öğretmeni adaylarına kendilerine sunulan veri toplama araçlarını nasıl ele alacaklarına ilişkin detaylı açıklamalar araştırmacı tarafından sunulmuştur. Deney grubunda sorgulama temelli öğrenmenin, kontrol grubunda ise düz anlatım, problem çözme, soru-cevap ve simülasyonlu gösteri deneyleri ile desteklenen geleneksel öğrenme yönteminin kullanıldığı araştırmada, hem deney hem kontrol grubunda

dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Sorgulama temelli öğrenmenin uygulandığı deney grubunda sorgulama temelli etkinliklerin gerçekleştirilmesinde kullanılan etkinlik kâğıtları araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Aynı zamanda deney grubunda sorgulama temelli etkinliklerin gerçekleştirilmesine yönelik de araştırmacı tarafından her bir etkinlik için detaylı etkinlik planları oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan tüm veri toplama araçlarının deneysel işlem öncesinde ve sonrasındaki uygulamaları, analizleri ve raporlanması araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu kısmında bilimsel süreç becerileri testinden ve basit elektrik devreleri kavram testinden elde edilen nicel verilere ilişkin bulgular yer almaktadır.

4.1.1. Araştırmanın Problem Cümlesine İlişkin Bulgular

Araştırmanın problem cümlesi *Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve basit elektrik devreleri konularındaki kavramsal anlamalarına etkisi var mıdır?* şeklinde ifade edilmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine ilişkin bulguları elde etmeye yönelik ilgili analizler, bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamaları ve alt boyutlarına ilişkin puan ortalamaları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarına ilişkin bulguları elde etmeye yönelik ilgili analizler, doğru bilgiyi temsil eden Puanlama-3 türü üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının kavram yanlışlarına ilişkin analizler ise, kavram yanlışlığı puan türlerini temsil eden Puanlama-6 (kavram yanlışlığı), Puanlama-7 (kavram yanlışlığı/yanlış pozitif) ve Puanlama-8 (kavram yanlışlığı/yanlış negatif) türü üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Temel problem cümlesi çerçevesinde alt problemleri ele almak amacı ile bilimsel süreç becerileri testine ve basit elektrik devreleri kavram testine ilişkin betimsel istatistikler ele alınmıştır. Buna yönelik ilk olarak, deney ve kontrol grubuna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ve alt boyutlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları elde edilmiştir. Bu bağlamda bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ve alt boyutlarına yönelik puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9

Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ve alt boyutlarına ilişkin puan ortalamalarına yönelik betimsel istatistik sonuçları

Bilimsel Süreç Becerileri Testi	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Ön Test		Son Test		Ön Test		Son Test	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Hipotez Kurma	2.86	1.28	4.52	1.08	3.10	1.02	3.20	1.11
Verileri Yorumlama	2.52	1.37	3.19	1.21	1.90	1.17	2.15	1.18
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	1.05	.87	2.19	.68	1.25	1.12	1.35	.75
Deney Yapma	2.24	1.22	3.48	.75	2.40	1.10	2.50	.76
İşe Vuruk Tanım Yapma	2.38	.87	2.62	.92	1.95	1.00	2.05	.95
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	5.38	1.86	8.19	1.72	5.85	1.50	5.90	1.41
Bilimsel Süreç Becerileri Testi Toplam Puan	16.43	3.57	24.19	2.50	16.45	1.79	17.15	1.63

Ardından kavram testinin Puanlama-3 türüne ve kavram yanılgısı puan türlerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları elde edilmiştir. Bu bağlamda basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ve kavram yanılgısı puan türlerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 10’da yer almaktadır.

Tablo 10

Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ve kavram yanılgısı puan türlerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları

Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Ön Test		Son Test		Ön Test		Son Test	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Puanlama-6 (Kavram Yanılgısı)	4.57	2.14	2.57	1.78	4.35	1.73	4.20	1.64
Puanlama-7 (Kavram Yanılgısı/Yanlış Pozitif)	1.62	1.24	.62	.92	.90	1.12	.65	.67
Puanlama-8 (Kavram Yanılgısı/Yanlış Negatif)	.67	.80	.14	.36	.45	.61	.15	.37
Puanlama-3 (Doğru Bilgi)	4.10	2.10	9.76	2.63	4.00	1.65	5.55	2.86

Betimsel analizler sonucu elde edilen bulguların ardından, problem cümlesi kapsamında alt problem cümlelerine ilişkin analizler gerçekleştirilerek ilgili bulguların elde edilmesi yoluna gidilmiştir.

4.1.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi *Sorgulama temelli öğrenme sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini anlamlı düzeyde geliştirmekte midir?* şeklinde ifade edilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemini ele almadan önce ilk olarak deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesinde bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacı ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin elde ettikleri ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem için t-testi yapılmıştır. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11

Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Ön Test	21	16.43	3.57	39	-.024	.981
Kontrol Grubu Ön Test	20	16.45	1.79			

Analiz sonucunda bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =16.43) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ = 16.45) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t_{(39)} = -.024$, $p > .05$).

Daha sonra deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından elde edilen ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü MANOVA yapılmıştır. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	S	F	p
Hipotez Kurma	Deney Ön Test	21	2.86	1.28	.450	.506
	Kontrol ÖnTest	20	3.10	1.02		
Verileri Yorumlama	Deney Ön Test	21	2.52	1.37	2.466	.124
	Kontrol ÖnTest	20	1.90	1.17		
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	Deney Ön Test	21	1.05	.87	.423	.519
	Kontrol ÖnTest	20	1.25	1.12		
Deney Yapma	Deney Ön Test	21	2.24	1.22	.199	.658
	Kontrol ÖnTest	20	2.40	1.10		
İşe Vuruk Tanım Yapma	Deney Ön Test	21	2.38	.87	2.189	.147
	Kontrol ÖnTest	20	1.95	1.00		
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	Deney Ön Test	21	5.38	1.86	.788	.380
	Kontrol ÖnTest	20	5.85	1.50		

Tablo 12 incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının, hipotez kurma ($F = .450$, $p > .05$), verileri yorumlama ($F = 2.466$, $p > .05$), verileri kullanma ve model oluşturma ($F = .423$, $p > .05$), deney yapma ($F = .199$, $p > .05$), işe vuruk tanım yapma ($F = 2.189$, $p > .05$), değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ($F = .788$, $p > .05$) alt boyutlarına ilişkin ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Ardından birinci alt problemin çözümlenmesine yönelik, uygulama sonunda deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı fark olup oluşup oluşmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13

Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Son Test	21	24.19	2.50	39	10.614	.000*
Kontrol Grubu Son Test	20	17.15	1.63			

* $p < .05$

Tablo 13 incelendiğinde; bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları

($\bar{X}=24.19$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmenleri adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=17.15$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(39)}= 10.614$, $p<.05$). Bu durumda bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına yönelik deney grubunda yer alan sınıf öğretmenleri adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmenleri adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Daha sonra deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmenleri adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından elde edilen son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü MANOVA (One-way MANOVA) yapılmıştır. Öncelikle Box's M testine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Box's M testine ilişkin sonuçlar Tablo 14'te yer almaktadır.

Tablo 14

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin Box's M kovaryans matris eşitliği testi sonuçları

Box's M	38.562
F	1.530
df1	21
df2	5563.650
Sig.	.057

Tablo 14 incelendiğinde yapılan Box's M testi sonucunda kovaryans matrisleri arasında anlamlı fark olmadığı görülmektedir ($p= .057$, $p> .05$). Daha sonra hata varyansları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için Levene testine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 15'te yer almaktadır.

Tablo 15

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin Levene varyans homojenliği testi sonuçları

Bilimsel Süreç Becerileri Testi Alt Boyutları	F	df1	df2	Sig.
Hipotez Kurma	.060	1	39	.809
Verileri Yorumlama	.041	1	39	.841
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	.931	1	39	.341
Deney Yapma	.000	1	39	.990
İşe Vuruk Tanım Yapma	.123	1	39	.728
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	.731	1	39	.398

Tablo 15 incelendiğinde; bilimsel süreç becerileri testinin, hipotez kurma ($p=.809$, $p>.05$), verileri yorumlama ($p=.841$, $p>.05$), verileri kullanma ve model oluşturma ($p=.341$,

$p > .05$), deney yapma ($p = .990$, $p > .05$), işe vuruk tanım yapma ($p = .728$, $p > .05$), değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ($p = .398$, $p > .05$) alt boyutları puanları için hata varyanslarının eşit kabul edilebileceği görülmektedir. Ardından Wilks' Lambda analizine ilişkin sonuçlar incelenmiştir. Wilks' Lambda analiz sonucu Tablo 16'da yer almaktadır.

Tablo 16

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks' Lambda	.232	18.741	6.000	34.000	.000*	.768

* $p < .05$

Tablo 16 incelendiğinde; bilimsel süreç becerileri testi alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(6-34)} = 18.741$, $p < .05$ Wilks' $\Lambda = .232$, kısmi $\eta^2 = .768$). Ardından tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilerek hangi bağımlı değişkenlerin anlamlı farklılığa etki ettiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin son test tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 17'de yer almaktadır.

Tablo 17

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney ve kontrol grubu son test tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	S	F	p
Hipotez Kurma	Deney Son Test	21	4.52	1.08	15.077	.000*
	Kontrol Son Test	20	3.20	1.11		
Verileri Yorumlama	Deney Son Test	21	3.19	1.21	7.753	.008*
	Kontrol Son Test	20	2.15	1.18		
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	Deney Son Test	21	2.19	.68	14.262	.001*
	Kontrol Son Test	20	1.35	.75		
Deney Yapma	Deney Son Test	21	3.48	.75	17.120	.000*
	Kontrol Son Test	20	2.50	.76		
İşe Vuruk Tanım Yapma	Deney Son Test	21	2.62	.92	3.816	.058
	Kontrol Son Test	20	2.05	.95		
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	Deney Son Test	21	8.19	1.72	21.599	.000*
	Kontrol Son Test	20	5.90	1.41		

* $p < .05$

Tablo 17'de yer alan analiz sonuçlarına göre; hipotez kurma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X} = 4.52$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X} = 3.20$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F = 15.077$, $p < .05$). Buna göre hipotez kurma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan

ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=3.19$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.15$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 7.753, p< .05$). Buna göre verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.19$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=1.35$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 14.262, p< .05$). Buna göre verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Deney yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=3.48$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.50$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 17.120, p< .05$). Buna göre deney yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

İşe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.62$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.05$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= 3.816, p> .05$). Buna göre işe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=8.19$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=5.90$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 21.599, p< .05$). Buna göre değişkenleri değiştirme ve

kontrol etme alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Araştırmanın birinci alt problemi ışığında daha sonra deney ve kontrol gruplarının kendi içinde değerlendirilmeleri yoluna gidilmiştir. Bunun için öncelikle deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerinin uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 18’de yer almaktadır.

Tablo 18

Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Ön Test	21	16.43	3.57	20	10.105	.000*
Deney Grubu Son Test	21	24.19	2.50			

*p<.05

Tablo 18 incelendiğinde; bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =16.43) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =24.19) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(20)}= 10.105$, $p<.05$). Buna göre uygulama sonunda, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarının, uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Daha sonra bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından almış oldukları ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA (One-way repeated measures MANOVA) yapılmıştır. Buna ilişkin ilk olarak Wilks’ Lambda analizine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Wilks’ Lambda analiz sonucu Tablo 19’da yer almaktadır.

Tablo 19

Deney grubu bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks' Lambda	.126	17.302	6.000	15.000	.000*	.874

*p<.05

Tablo 19 incelendiğinde deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından almış oldukları ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(6-15)} = 17.302$, $p < .05$ Wilks' $\Lambda = .126$, kısmi $\eta^2 = .874$). Ardından tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilerek hangi bağımlı değişkenlerin anlamlı farklılığa etki ettiği belirlenmiştir. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	S	F	p	η^2
Hipotez Kurma	Ön Test	21	2.86	1.28	51.471	.000*	.720
	Son Test	21	4.52	1.08			
Verileri Yorumlama	Ön Test	21	2.52	1.37	4.000	.059	.167
	Son Test	21	3.19	1.21			
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	Ön Test	21	1.05	.87	43.636	.000*	.686
	Son Test	21	2.19	.68			
Deney Yapma	Ön Test	21	2.24	1.22	17.979	.000*	.473
	Son Test	21	3.48	.75			
İşe Vuruk Tanım Yapma	Ön Test	21	2.38	.87	.923	.348	.044
	Son Test	21	2.62	.92			
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	Ön Test	21	5.38	1.86	46.537	.000*	.699
	Son Test	21	8.19	1.72			

*p< .05

Tablo 20'de yer alan analiz sonuçlarına göre, hipotez kurma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.86$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.52$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F = 51.471$; $p < .05$; $\eta^2 = .720$). Buna göre hipotez kurma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.52$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=3.19$) arasında

anlamli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= 4.000$; $p> .05$; $\eta^2= .167$). Buna göre verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=1.05$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.19$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 43.636$; $p< .05$; $\eta^2= .686$). Buna göre verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Deney yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.24$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=3.48$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 17.979$; $p< .05$; $\eta^2= .473$). Buna göre deney yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

İşe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.38$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.62$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= .923$; $p> .05$; $\eta^2= .044$). Buna göre işe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=5.38$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=8.19$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 46.537$; $p< .05$; $\eta^2= .699$). Buna göre değişkenleri değiştirme ve kontrol etme alt boyutuna yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Deney grubunun bilimsel süreç becerilerinin uygulama öncesine göre durumu incelendikten sonra kontrol grubu üzerinden de benzer incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerinin uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin ön test ve son test puan

ortalamları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21

Bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Kontrol Grubu Ön Test	20	16.45	1.79	19	1.853	.079
Kontrol Grubu Son Test	20	17.15	1.63			

Tablo 21 incelendiğinde; bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarına ilişkin, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =16.45) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =17.15) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($t_{(19)}= 1.853, p>.05$). Buna göre uygulama sonunda, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin toplam puan ortalamalarının uygulama öncesine göre daha yüksek olduğu; fakat aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Daha sonra bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından elde ettikleri ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA (One-way repeated measures MANOVA) yapılmıştır. Buna ilişkin ilk olarak Wilks’ Lambda analizine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Wilks’ Lambda analiz sonucu Tablo 22’de yer almaktadır.

Tablo 22

Kontrol grubu bilimsel süreç becerileri testi alt boyutlarına ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks’ Lambda	.824	.500	6.000	14.000	.798	.176

Tablo 22 incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarından almış oldukları ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir ($F_{(6-14)}= .500, p> .05$ Wilks’ Λ

=.824, kısmi η^2 = .176). Ardından tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilmiştir. Buna yönelik bilimsel süreç becerileri testi alt boyutlarına ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 23'te yer almaktadır.

Tablo 23

Bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	S	F	p	η^2
Hipotez Kurma	Ön Test	20	3.10	1.02	.128	.725	.007
	Son Test	20	3.20	1.11			
Verileri Yorumlama	Ön Test	20	1.90	1.17	.664	.425	.034
	Son Test	20	2.15	1.18			
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	Ön Test	20	1.25	1.12	.137	.716	.007
	Son Test	20	1.35	.75			
Deney Yapma	Ön Test	20	2.40	1.10	.147	.705	.008
	Son Test	20	2.50	.76			
İşe Vuruk Tanım Yapma	Ön Test	20	1.95	1.00	.241	.629	.013
	Son Test	20	2.05	.95			
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	Ön Test	20	5.85	1.50	.020	.888	.001
	Son Test	20	5.90	1.41			

Tablo 23'te yer alan analiz sonuçlarına göre, hipotez kurma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =3.10) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =3.20) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir (F = .128; p >.05; η^2 = .007). Buna göre hipotez kurma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =1.90) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =2.15) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (F = .664; p > .05; η^2 = .034). Buna göre verileri yorumlama alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =1.25) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}$ =1.35) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (F = .137; p > .05; η^2 = .007). Buna göre verileri kullanma ve model oluşturma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre

daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Deney yapma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.40$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.50$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= .147$; $p> .05$; $\eta^2= .008$). Buna göre deney yapma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

İşe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=1.95$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.05$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= .241$; $p> .05$; $\eta^2= .013$). Buna göre işe vuruk tanım yapma alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=5.85$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=5.90$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= .020$; $p> .05$; $\eta^2= .001$). Buna göre değişkenleri değiştirme ve kontrol etme alt boyutuna yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir.

4.1.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi *Sorgulama temelli öğrenme sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını anlamlı düzeyde geliştirmekte midir?* şeklinde ifade edilmiştir.

Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamaları, katılımcıların üç aşamalı testin birinci ve ikinci aşamasında doğru yanıt verdikleri, üçüncü aşamasında verdikleri yanıtlardan emin oldukları durumu, yani doğru bilgiyi temsil eden Puanlama-3 türü üzerinden gerçekleştirilen analizler ile belirlenmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının yanında aynı zamanda kavram yanlışlarına ilişkin de analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için kavram yanlışsı puan türlerini temsil eden Puanlama-6 (kavram yanlışsı), Puanlama-7 (kavram yanlışsı/yanlış pozitif) ve Puanlama-8 (kavram yanlışsı/yanlış negatif) türleri üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Buna yönelik gerçekleştirilen analizler sonucunda, elde edilen bulgularda kavramsal anlamayı temsil eden Puanlama-3 türüne yönelik puan

ortalamalarının yüksek olması olumlu bir durum, kavram yanılgısı puan türlerini temsil eden Puanlama-6, 7 ve 8 türlerine ilişkin puan ortalamalarının yüksek olması ise olumsuz bir durum olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın ikinci alt problemini ele almadan önce ilk olarak deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının, uygulama öncesinde kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek için doğru bilgiyi temsil eden Puanlama-3 türü üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türünden elde ettikleri ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklemeler için t-testi yapılmıştır. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklemeler için t-testi sonuçları Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 24

Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu ön test ilişkisiz örneklemeler için t-testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Ön Test	21	4.10	2.10	39	.161	.873
Kontrol Grubu Ön Test	20	4.00	1.65			

Tablo 24'te yer alan analiz sonuçları incelendiğinde; basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.10$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.00$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t_{(39)} = .161$, $p > .05$).

Daha sonra deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılgısı puan türlerinden elde ettikleri ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü MANOVA yapılmıştır. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılgısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 25'te yer almaktadır.

Tablo 25

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılğısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu ön test tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	S	F	p
Puanlama-6 (Kavram Yanılğısı)	Deney Ön Test	21	4.57	2.14	.133	.718
	Kontrol Ön Test	20	4.35	1.73		
Puanlama-7 (Kavram Yanılğısı/Yanlış Pozitif)	Deney Ön Test	21	1.62	1.24	3.773	.059
	Kontrol Ön Test	20	.90	1.12		
Puanlama-8 (Kavram Yanılğısı/Yanlış Negatif)	Deney Ön Test	21	.67	.80	.956	.334
	Kontrol Ön Test	20	.45	.61		

Tablo 25 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının, kavram yanılğısı ($F = .133$, $p > .05$), kavram yanılğısı/yanlış pozitif ($F = 3.773$, $p > .05$) ve kavram yanılğısı/yanlış negatif ($F = .956$, $p > .05$) puan türlerine ilişkin ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görölmektedir.

Ardından ikinci alt problemin çözömlenmesine yönelik; uygulama sonunda deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamaları arasında anlamlı fark oluşup oluşmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak deney ve kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları Tablo 26’da yer almaktadır.

Tablo 26

Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney ve kontrol grubu son test ilişkisiz örneklem için t testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Son Test	21	9.76	2.63	39	4.920	.000*
Kontrol Grubu Son Test	20	5.55	2.86			

* $p < .05$

Tablo 26 incelendiğinde basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X} = 9.76$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X} = 5.55$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görölmektedir ($t_{(39)} = 4.920$, $p < .05$). Buna göre basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne yönelik, deney grubunda yer alan

sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Daha sonra deney ve kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanlışlığı puan türlerinden elde ettikleri son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü MANOVA (One-way MANOVA) yapılmıştır. Öncelikle Box's M testine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Box's M testine ilişkin sonuçlar Tablo 27'de yer almaktadır.

Tablo 27

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanlışlığı puan türlerine ilişkin Box's M kovaryans matris eşitliği testi sonuçları

Box's M	11.195
F	1.709
df1	6
df2	10942.887
Sig.	.114

Tablo 27 incelendiğinde, yapılan Box's M testi sonucunda kovaryans matrisleri arasında anlamlı fark olmadığı görülmektedir ($p = .114$, $p > .05$). Daha sonra hata varyansları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için Levene testine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Levene varyans homojenliği testine ilişkin sonuçlar Tablo 28'de yer almaktadır.

Tablo 28

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanlışlığı puan türlerine ilişkin Levene varyans homojenliği testi sonuçları

Basit Elektrik Devreleri Testi Kavram Yanlışlığı Puan Türleri	F	df1	df2	Sig.
Puanlama-6 (Kavram Yanlışlığı)	.641	1	39	.428
Puanlama-7 (Kavram Yanlışlığı/Yanlış Pozitif)	2.080	1	39	.157
Puanlama-8 (Kavram Yanlışlığı/Yanlış Negatif)	.016	1	39	.900

Tablo 28 incelendiğinde, basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanlışlığı puan türlerinde; kavram yanlışlığı ($p = .428$, $p > .05$), kavram yanlışlığı/yanlış pozitif ($p = .157$, $p > .05$) ve kavram yanlışlığı/yanlış negatif ($p = .900$, $p > .05$) puan türleri için hata varyanslarının eşit kabul edilebileceği görülmektedir. Ardından Wilks' Lambda analizine ilişkin sonuçlar incelenmiştir. Wilks' Lambda analiz sonucu Tablo 29'da yer almaktadır.

Tablo 29

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılğısı puan türlerine ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks' Lambda	.790	3.269	3.000	37.000	.032*	.210

*p<.05

Tablo 29 incelendiğinde, basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılğısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3-37)} = 3.269$, $p < .05$ Wilks' $\Lambda = .790$, kısmi $\eta^2 = .210$). Ardından tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilerek hangi bağımlı değişkenlerin anlamlı farklılığa etki ettiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılğısı puan türlerine ilişkin son test tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 30'da yer almaktadır.

Tablo 30

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılğısı puan türlerine ilişkin deney ve kontrol grubu son test tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	S	F	p
Puanlama-6 (Kavram Yanılğısı)	Deney Son Test	21	2.57	1.78	9.267	.004*
	Kontrol Son Test	20	4.20	1.64		
Puanlama-7 (Kavram Yanılğısı/Yanlış Pozitif)	Deney Son Test	21	.62	.92	.015	.903
	Kontrol Son Test	20	.65	.67		
Puanlama-8 (Kavram Yanılğısı/Yanlış Negatif)	Deney Son Test	21	.14	.36	.004	.950
	Kontrol Son Test	20	.15	.37		

*p<.05

Tablo 30'da yer alan analiz sonuçlarına göre, kavram yanılğısı puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.57$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.20$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F = 9.267$, $p < .05$). Buna göre kavram yanılğısı puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu söylenebilir.

Kavram yanılğısı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.62$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.65$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F = .015$, $p > .05$). Buna göre kavram yanılğısı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan

ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Kavram yanılgısı/yanlış negatif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=14$) ile kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamaları ($\bar{X}=15$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F= .004$, $p> .05$). Buna göre kavram yanılgısı/yanlış negatif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Araştırmanın ikinci alt problemi ışığında daha sonra, deney ve kontrol gruplarının kendi içinde değerlendirilmeleri yoluna gidilmiştir. Bunun için öncelikle deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 31’de yer almaktadır.

Tablo 31

Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin deney grubu ön test son test ilişkili örneklem için t testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Deney Grubu Ön Test	21	4.10	2.10	20	8.593	.000*
Deney Grubu Son Test	21	9.76	2.63			

* $p<.05$

Tablo 31 incelendiğinde basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.10$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=9.76$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(20)}= 8.593$, $p< .05$). Buna göre uygulama sonunda, deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne yönelik puan ortalamalarının, uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

Daha sonra basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA (One-way repeated measures MANOVA) yapılmıştır. Buna ilişkin ilk olarak Wilks' Lambda analizine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Wilks' Lambda analiz sonucu Tablo 32'de yer almaktadır.

Tablo 32

Deney grubu kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks' Lambda	.415	8.472	3.000	18.000	.001*	.585

*p<.05

Tablo 32 incelendiğinde; deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine yönelik ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3-18)} = 8.472$, $p < .05$ Wilks' $\Lambda = .415$, kısmi $\eta^2 = .585$). Ardından tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilerek hangi bağımlı değişkenlerin anlamlı farklılığa etki ettiği belirlenmiştir. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 33'te yer almaktadır.

Tablo 33

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin deney grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	S	F	p	η^2
Puanlama-6	Ön Test	21	4.57	2.14	10.633	.004*	.347
(Kavram Yanılıgı)	Son Test	21	2.57	1.78			
Puanlama-7	Ön Test	21	1.62	1.24	11.667	.003*	.368
(Kavram Yanılıgı/Yanlış Pozitif)	Son Test	21	.62	.92			
Puanlama-8	Ön Test	21	.67	.80	7.562	.012*	.274
(Kavram Yanılıgı/Yanlış Negatif)	Son Test	21	.14	.36			

*p<.05

Tablo 33'te yer alan analiz sonuçlarına göre, kavram yanılıgı puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.57$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=2.57$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F = 10.633$;

$p < .05$; $\eta^2 = .347$). Buna göre kavram yanılgısı puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu söylenebilir.

Kavram yanılgısı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=1.62$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.62$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 11.667$; $p < .05$; $\eta^2 = .368$). Buna göre kavram yanılgısı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu söylenebilir.

Kavram yanılgısı/yanlış negatif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=.67$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.14$) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F= 7.562$; $p < .05$; $\eta^2 = .274$). Buna göre kavram yanılgısı/yanlış negatif puan türüne yönelik, deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu söylenebilir.

Deney grubunun kavramsal anlamalarının uygulama öncesine göre durumu incelendikten sonra kontrol grubu üzerinden de benzer incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklem için t testi yapılmıştır. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 34'te yer almaktadır.

Tablo 34

Basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin kontrol grubu ön test son test ilişkili örneklem için t testi sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
Kontrol Grubu Ön Test	20	4.00	1.65	19	1.829	.083
Kontrol Grubu Son Test	20	5.55	2.86			

Tablo 34 incelendiğinde; basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.00$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=5.55$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı

görülmektedir ($t_{(19)} = 1.829$, $p > .05$). Buna göre uygulama sonunda kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin Puanlama-3 türüne ilişkin puan ortalamalarının, uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Daha sonra basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA (One-way repeated measures MANOVA) yapılmıştır. Buna ilişkin ilk olarak Wilks' Lambda analizine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Wilks' Lambda analiz sonucu Tablo 35'te yer almaktadır.

Tablo 35

Kontrol grubu kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin çok değişkenli (Multivariate) test sonuçları

	Değer	F	Hipotez sd	Hata sd	p	η^2
Wilks' Lambda	.721	2.195	3.000	17.000	.126	.279

Tablo 35 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerinden almış oldukları ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir ($F_{(3-17)} = 2.195$, $p > .05$ Wilks' $\Lambda = .721$, kısmi $\eta^2 = .279$). Ardından tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları elde edilmiştir. Buna yönelik basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları Tablo 36'da yer almaktadır.

Tablo 36

Basit elektrik devreleri kavram testinin kavram yanılıgı puan türlerine ilişkin kontrol grubu ön test son test tekrarlı ölçümler için tek yönlü MANOVA sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	S	F	p	η^2
Puanlama-6 (Kavram Yanılıgı)	Ön Test	20	4.35	1.73	.094	.762	.005
	Son Test	20	4.20	1.64			
Puanlama-7 (Kavram Yanılıgı/Yanlış Pozitif)	Ön Test	20	.90	1.12	.664	.425	.034
	Son Test	20	.65	.67			
Puanlama-8 (Kavram Yanılıgı/Yanlış Negatif)	Ön Test	20	.45	.61	3.353	.083	.150
	Son Test	20	.15	.37			

Tablo 36’da yer alan analiz sonuçlarına göre, kavram yanlışlığı puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.35$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=4.20$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F=.094$; $p>.05$; $\eta^2=.005$). Buna göre kavram yanlışlığı puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Kavram yanlışlığı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=.90$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.65$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F=.664$; $p>.05$; $\eta^2=.034$). Buna göre kavram yanlışlığı/yanlış pozitif puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

Kavram yanlışlığı/yanlış negatif puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=.45$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X}=.15$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F=3.353$; $p>.05$; $\eta^2=.150$). Buna göre kavram yanlışlığı/yanlış negatif puan türüne yönelik, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmen adaylarının son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aradaki bu farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu kısmında, açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen nitel verilere ilişkin bulgular yer almaktadır.

4.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorular, hem deney hem kontrol grubuna deneysel işlem sürecinin öncesinde ve sonrasında sunulmuştur. Öğrenciler ile yapılan görüşmeler sonrasında elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Bu kısımda, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin varsa kavram yanlışlığı barındıran düşüncelerine ilişkin açıklamalarına ulaşılması, bunların uygulama öncesi ve sonrasındaki durumlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

4.2.1.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Birinci Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan ilki, kapalı devre kavramını ölçmeye yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında, bu soruya ilişkin, deney

ve kontrol grubunda toplam 29 (% 70.73) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından; deney grubunda 14, kontrol grubunda ise 15 kişi yer almaktadır.

Bu soru kapsamında belirlenen birinci kavram yanılgısı, lambanın ışık vermesi için pilin tek kutbuna bağlı olmasının yeterli olduğunu düşüncesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 10, kontrol grubunda ise 12 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bu kavram yanılgısına sahip olan sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının vermiş olduğu yanıtlardan bazı alıntılara yer verilmiştir.

Ö30: ...bir elektrik devresinde lambanın ışık verebilmesi için pil bulunmalıdır. Pille lamba arasında iletken bir kabloyla bağlantı kurulmalıdır. Göstermiş olduğunuz şekilde pil ve lamba kabloyla bağlandığından lamba yanacaktır.

Ö3: Basit bir elektrik devresinde pil, lamba, kablo ve anahtar bulunur. Pilden gelen akımın lambaya taşınması gerekir. Bu devrede pil ve lamba kabloyla bağlanmıştır. Pilden gelen akım lambaya ulaşacağından [lamba] ışık verecektir.

Ö9: ...lambanın ışık verip vermeyeceğini bilemeyiz. Çünkü lambanın pilin hangi ucuna (kutbuna) bağlı olduğu belli değil.

A: Lambanın ışık vermesi için ne yapmalıyız?

Ö9: Lambayı iletken bir tel ile pilin artı ucuna (kutbuna) bağlamalıyız.

A: Pilin hangi kutbuna bağlı olduğu lambanın ışık vermesini nasıl etkiler?

Ö9: ... Eğer lamba pilin artı kutbuna bağlanmışsa pilden çıkan akım lambaya ulaşacağından lamba yanacaktır.

Bu açıklamalardan, sınıf öğretmeni adaylarının lambanın ışık verebilmesi için pilin tek bir kutbu ile bağlantı kurulmasının yeterli olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Alan yazında bu kavram yanılgısı *tek kutuplu model* olarak bilinmektedir. Sınıf öğretmeni adayları ile yapılan görüşmeler, alan yazında tek kutuplu model olarak bilinen kavram yanılgısının sınıf öğretmeni adayları arasında sıklıkla görüldüğünü ve bu kavram yanılgısının kapalı devre kavramının öğrenilmesinde bir engel oluşturduğunu göstermektedir.

Görüşme formunun ön uygulamasında tek kutuplu model olarak bilinen kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenen deney grubundaki 10 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 9'unda bu modeli temsil eden kavram yanılgılarının giderildiği,

1'inde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki 12 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 4'ünde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 8'inde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Bu soru kapsamında belirlenen başka bir kavram yanlışlığı ise, lambanın ışık vermesi için duya ihtiyaç duyulduğu, duy olmaksızın bir lambanın ışık veremeyeceğinin düşünülmesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 4, kontrol grubunda ise 3 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bu kavram yanlışlığını benzer ifadeler ile açıklayan sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamasına yönelik bir alıntı yer almaktadır.

Ö34: ... Lamba ışık vermez.

A: Lambanın ışık vermesi için ne yapılmalıdır?

Ö34: Lamba duya bağlanmalıdır.

A: Duyun bulunması lambanın ışık vermesini nasıl etkiler?

Ö34: Basit bir elektrik devresinde pil, lamba, anahtar ve duy bulunmalıdır. Duy bulunmazsa devre eksik kalır. Duy pil ile lamba arasındaki iletkenliği sağlar.

Bu açıklamalar ışığında bu kavram yanlışlığına sahip sınıf öğretmeni adaylarında, bir lambanın ancak bir duya bağlı olması durumunda ışık verebileceği düşüncesinin bulunduğu görülmektedir. Tüm bu açıklamalar doğrultusunda uygulama öncesinde hem deney hem kontrol grubundaki katılımcıların önemli bir bölümünde kapalı devre kavramının tam anlamı ile oluşmadığı görülmektedir.

Görüşme formunun son uygulamasında deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinin, lambanın ancak bir duya bağlı olması durumunda ışık verebileceği düşüncesini içeren kavram yanlışlığına sahip olmadığı belirlenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının ise tamamında uygulama sonunda da bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

4.2.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun İkinci Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan ikinci soruda, sınıf öğretmeni adaylarından soru kapsamında yer alan ilgili şekilde anahtarın kapatılması durumunda lambanın nasıl ışık vereceğini fiziksel olarak açıklamaları istenmiştir. Görüşme

formunun ön uygulamasında, bu soruya ilişkin, deney ve kontrol grubunda toplam 27 (% 65.85) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından deney grubunda 14, kontrol grubunda ise 13 kişi yer almaktadır.

Bu soru kapsamında belirlenen kavram yanılgılarından ilki, pilin artı kutbundan çıkan akımın bir kısmının lamba üzerinde harcanarak lambanın ışık vermesini sağladığı, kalan akımında azalarak pilin eksi kutbuna geri döndüğü düşüncesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 6 ve kontrol grubunda da 6 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bu kavram yanılgısına sahip olan sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının vermiş olduğu yanıtlardan bazı alıntılara yer verilmiştir.

Ö22: Anahtar kapatıldığında pilin (+) kutbundan (-) kutbuna doğru akım hareket eder. Akım lambaya ulaştığında lamba ışık verir.

A: Lambanın nasıl ışık verdiğini biraz daha açıklar mısın?

Ö22: ...pilden çıkan akım lamba üzerinde harcanır. Böylece lamba yanar.

A: Pilden çıkan akımın tamamı mı harcanır?

Ö22: Hayır. Belirli bir kısmı harcanır. Lambanın watına göre ne kadarının harcanacağı değişir. Mesela 40W'lık bir lamba 100W'lık bir lambaya göre daha az akım harcar.

A: Lambada harcandıktan sonra kalan akıma ve olur?

Ö22: Devrede başka lamba olmadığına göre azalarak pile geri döner.

Ö12: Pilin artı kutbundan çıkan güç lambayı yakar ve sonra güç daha da azalmış olarak pilin eksi kutbuna geri gelir.

A: Lambayı yakan güç hakkında bilgi verir misin?

Ö12: Bu güç akımdır.

A: Lambanın nasıl ışık verdiğini açıklar mısın?

Ö12: ... Pilden çıkan akım lambada ışık enerjisine dönüşür.

A: Pilden çıkan akımın tamamı pile döner mi?

Ö12: Dönemez. Lambada bir kısmı harcanır, geri kalan kısım azalarak ilerler.

Görüşme formunun ön uygulamasında *zayıflayan akım modeli* olarak bilinen bu kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenen deney grubundaki 6 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 5'inde bu modeli temsil eden kavram yanılgılarının giderildiği, 1'inde ise bu kavram yanılgısını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanılgısına sahip

olduğu belirlenen kontrol grubundaki 6 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 1'inde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 5'inde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Bu soru kapsamında belirlenen ikinci kavram yanlışlığı ise; akımın, pilin her iki kutbundan geldiği, iki kutuptan gelen akımların lambanın içerisinde çarpıştığı ve buna bağlı olarak lambanın ışık verdiği düşüncesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 8, kontrol grubunda ise 7 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bu kavram yanlışlığına sahip olan sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının vermiş olduğu yanıtlardan bazı alıntılara yer verilmiştir.

Ö29: Anahtar kapatıldığında pilin uçlarından çıkan akımlar lambanın içerisinde çarpışarak lambayı yakarlar.... Anahtarı açtığımızda pilin artı ucundan akım gelmeyeceği için lamba söner.

Ö35: Anahtar kapatıldığında pilin uçlarından çıkan akımlar lambaya ulaşarak [lambayı] yakar. Anahtar açılırsa artı uçtan akım gelemmez ve lamba söner.

Görüşme formunun ön uygulamasında *çarpışan akımlar modeli* olarak bilinen bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen deney grubundaki 8 sınıf öğretmeni adayının tamamında, görüşme formunun son uygulamasında bu modeli temsil eden kavram yanlışlıklarının giderildiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 7 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 5'inde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

4.2.1.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Üçüncü Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan üçüncü soruda, sınıf öğretmeni adaylarından kısa devre kavramının ne olduğunu ve nasıl gerçekleştiğini açıklamaları istenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu soruya ilişkin, deney ve kontrol grubunda toplam 28 (% 68.29) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından deney grubunda 13, kontrol grubunda ise 15 kişi yer almaktadır. Bu soruya ilişkin tespit edilen bu kavram yanlışlıklarının dört grup altında toplanabileceği belirlenmiştir. Tablo 37'de bu kavram yanlışlığı grupları yer almaktadır.

Tablo 37

Kısa devre konusuna ilişkin görüşme formunun ön uygulamasında belirlenen kavram yanlışları

Kısa Devreye İlişkin Kavram Yanılgısı	Deney Grubunda Rastlanan Sınıf Öğretmeni Sayısı	Kontrol Grubunda Rastlanan Sınıf Öğretmeni Sayısı
Lambaya Fazla Enerji Yüklenmesi	4	5
Zıt Yönde Gelen İki Akımın Çarpışması	3	3
Devreden Akımın Geçmemesi	3	3
Basit Elektrik Devresi	3	4

Tablo 37 incelendiğinde bu soru kapsamında belirlenen ilk kavram yanlışlarının, kısa devre kavramını açıklamada kullanılan *lambaya fazla enerji yüklenmesi* düşüncesine yönelik olduğu görülmektedir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 4, kontrol grubunda 5 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin bir alıntı yer almaktadır.

Ö1: Kısa devreyi lambaya fazla enerji yüklenmesi durumu olarak tanımlayabilirim.

A: Biraz daha açıklar mısın?

Ö1: Her lambanın bir gücü vardır. Bu lambaya olması gerekenden daha fazla enerji verilirse lamba kısa devre olur...

Üçüncü soruya ilişkin görüşme formunun ön uygulamasında kısa devreyi *lambaya fazla enerji yüklenmesi* şeklinde ifade eden deney grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının giderildiği, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 5 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 1'inde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 4'ünde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 37 incelendiğinde bu soru kapsamında belirlenen ikinci kavram yanlışlarının, kısa devre kavramını açıklamada kullanılan *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* düşüncesine yönelik olduğu görülmektedir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 3, kontrol grubunda 3 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına

sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö8: ...kısa devre zıt yönde gelen iki akımın çarpışmasıyla olur.

A: İki akımın nasıl çarpışacağını açıklar mısın?

Ö8: Pilden çıkan akım lamba üzerinden geçerken iletken den gelen başka bir akımda lambaya ulaşır. Pilden ve iletken den gelen akımların çakışmasıyla patlama olur, lamba söner. Buna kısa devre denir.

Ö23: Kısa devre lambaya birden fazla akımın gelmesidir.

A: Biraz daha açıklar mısın?

Ö23: Normalde lambaya pilden bir akım gelir ve lamba yanar. Kısa devre olduğunda ise lambanın uçları bir telle bağlanır. Bu durumda tel üzerinden de akım geçer ve lambanın diğer ucuna gelir. Pilden gelen ve telden gelen bu iki akımın çakışması kısa devre yapar.

Açıklamalarda bu kavram yanlışlığına sahip sınıf öğretmeni adaylarının pilden ve iletken den gelen iki farklı akımın olduğunu düşündükleri görülmektedir. Görüşme formunun son uygulamasında deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinin, kısa devreyi *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* şeklinde ifade ettikleri açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olmadığı belirlenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının hiçbirinde, görüşme formunun son uygulamasında bu kavram yanlışlığının giderilemediği, bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 37 incelendiğinde bu soru kapsamında belirlenen üçüncü kavram yanlışlığının, kısa devre kavramını açıklamada kullanılan *devreden akım geçmemesi* düşüncesine yönelik olduğu görülmektedir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 3, kontrol grubunda 3 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö17: ...kısa devre devreden elektriğin geçmemesi demektir.

A: Devreden elektriğin geçmemesi ne demektir?

Ö17: Yani.. Devredeki akım sıfırdır. Devre çalışmaz.

A: Kısa devreden dolayı mı devre çalışmaz?

Ö17: Evet.

A: Bu durumu biraz açıkla mısın? Neden kısa devreden dolayı devre çalışmaz?

Ö17: Sebepini tam olarak bilmiyorum. Ama bir elektrikli cihaz bozulduğunda kısa devre olmuş denir. Kısa devre olduğunda cihazdan elektrik geçmez...

Ö24: ...kısa devre olduğunda devreden geçen akım sıfır olur ve devredeki lamba yanmaz.

A: Devredeki akım nasıl sıfır olur?

Ö24: devreden akım geçmesi için bir direncin bulunması gerekir. Bu direnç bir lamba olabilir. Direnci kısa devre edersek devreden akım geçmez. Çünkü direnç sıfır olmuştur. Akım geçmediği için lamba yanmaz.

Görüşme formunun ön uygulamasında kısa devreyi *devreden akım geçmemesi* şeklinde ifade eden deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 1'inde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 1'inde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 2'sinde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 37 incelendiğinde bu soru kapsamında belirlenen son kavram yanlışlığının, kısa devre kavramını açıklamada kullanılan *basit elektrik devresi* düşüncesine yönelik olduğu görülmektedir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 3, kontrol grubunda 4 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö26: ...Kısa devre denildiğinde pil ve bir lambadan oluşan en basit elektrik devresini anlıyorum.

A: Cevabının nedenini biraz daha ayrıntılı açıklar mısın?

Ö26: Kısa devrede akımın çok kısa bir yol dolaşması gerekir. Bunun içinde mümkün olan en az araçla devre kurulmalıdır. Bir pil, bir lamba ve kablolardan oluşan devre, lambanın yanması için yeterlidir....

Görüşme formunun son uygulamasında deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinin, kısa devreyi *basit elektrik devresi* şeklinde ifade ettikleri açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olmadığı belirlenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 2'sinde ise bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

4.2.1.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Dördüncü Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan dördüncü soruda, sınıf öğretmeni adaylarından açık devre kavramının ne olduğunu ve nasıl gerçekleştiğini açıklamaları istenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasından elde edilen sonuçlarda katılımcıların çoğunun bu soruya bilimsel sayılabilecek açıklamalar ile doğru yanıt verdikleri belirlenmiştir.

Görüşme formunun ön uygulamasında bu soruya ilişkin, deney ve kontrol grubunda toplam 6 (% 14.63) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından deney grubunda 3, kontrol grubunda 3 kişi yer almaktadır. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birkaçının açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö5: ...bir enerji kaynağı olarak pil, anahtar ve duydan oluşarak ışık verebilen devre açık devredir.

Ö27: ...açık devreyi devrenin sağlıklı bir şekilde ışık vermesi olarak tanımlayabilirim.

Görüşme formunun son uygulamasında deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tamamının açık devreyi bilimsel sayılabilecek açıklamalar dâhilinde ifade edebildiği belirlenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu ise açık devreyi devrenin ışık vermesi olarak açıkladığı belirlenen kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun

son uygulamasında 1'inde bu açıklamaların giderildiği, 2'sinde ise bu açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

4.2.1.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Beşinci Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan beşinci soruda, sınıf öğretmeni adaylarından kendilerine sunulan devre üzerinde hangi ölçü aletlerinin nereye ve nasıl bağlanacağına yönelik açık uçlu sorular yöneltilerek bunları açıklamaları istenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu soruya ilişkin, deney ve kontrol grubunda toplam 14 (% 34.15) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından deney grubunda 8, kontrol grubunda ise 6 kişi yer almaktadır.

Bu soru kapsamında belirlenen kavram yanlışlarından ilki, devre elemanına paralel bağlanan ampermetrenin bütün devreyi kısa devre edeceği düşüncesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 3, kontrol grubunda 2 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö19: çünkü ampermetreyi K lambasına paralel bağlayacak olursak lamba kısa devre olur ve devreden akım geçmez.

A: Yalnızca K lambasından mı akım geçmez?

Ö19: Hayır. Devrede kısa devre oluşacağından devreden akım geçmez. Hiçbir lamba çalışmaz.

Görüşme formunun ön uygulamasında bu açıklamalara sahip olduğu belirlenen deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 1'inde bu açıklamaların giderildiği, 2'sinde ise bu açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu açıklamalara sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 2 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde de bu açıklamaların giderilmediği, benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Bu soru kapsamında belirlenen ikinci kavram yanlışlığı ise, bütün ölçü aletlerinin iç dirençlerinin sıfır olduğu düşüncesine yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 5 ve kontrol grubunda 4 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö32: Ölçü aletlerinin iç dirençleri sıfır olduğu için lambalara seri bağlanmalıdır...Paralel bağlanmaları durumunda iletken bir tel bağlamış gibi oluruz. Lambaları kısa devre ederiz.

Görüşme formunun son uygulamasında deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinde, bütün ölçü aletlerinin iç dirençlerinin sıfır olduğuna yönelik kavram yanlışlığı barındıran açıklamalara rastlanmadığı belirlenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu açıklamalara sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'inde bu açıklamaların giderildiği, 2'sinde ise bu açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

4.2.1.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Altıncı Sorusuna İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulardan altıncı soruda ise sınıf öğretmeni adaylarından, kendilerine sunulan örnek devre üzerinde seri bağlı devrede yer alan potansiyometrenin direncinin artırılması durumunda devrede yer alan diğer direncin uçları arasındaki potansiyel farkın değişiminin nasıl gerçekleşeceği üzerine açıklamalarda bulunmaları istenmiştir. Görüşme formunun ön uygulamasında bu soruya ilişkin, deney ve kontrol grubunda toplam 20 (% 48.78) sınıf öğretmeni adayının açıklamalarında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu sınıf öğretmeni adaylarından deney grubunda 11, kontrol grubunda ise 9 kişi yer almaktadır.

Bu soru kapsamında belirlenen ilk kavram yanlışlığı, potansiyel farkın değişmeyeceği yanıtını veren sınıf öğretmeni adayları arasından belirlenmiştir. Buna yönelik araştırmada bu soruya ilişkin belirlenen kavram yanlışlarından ilki, devrede seri bağlı olarak yer alan potansiyometrede yapılan değişikliğin diğer direncin uçları arasındaki potansiyel fark üzerinde herhangi bir etkisinin olmayacağına yöneliktir. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 8, kontrol grubunda 7 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö25: Potansiyometrede yapılan değişiklik sadece onun kendisini etkiler. Diğer dirençte herhangi bir şey [değişiklik] olmaz, aynı kalır.

A: Sence bu aşamada potansiyometrede ile direncin artırılması devrede yer alan akım gibi farklı değişkenlerde herhangi bir farklılaşmaya yol açmaz mı?

Ö25: Hayır değişiklik sadece potansiyometrede yapıldığı için sadece o etkilenir. Diğer direnç üzerinde herhangi bir değişikliğe gidilmiyor ki... O yüzden onlarda hiçbir değişmez olmaz.

Alan yazında *bölgesel akıl yürütme* olarak bilinen bu kavram yanlışlığına yönelik, görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığını barındıran 8 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 6'sında bu kavram yanlışlığının giderildiği 2'sinde ise bu kavram yanlışlığına yönelik açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanlışlığını barındıran 7 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde bu kavram yanlışlığının giderildiği, 5'inde ise bu kavram yanlışlığına yönelik açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Araştırmada bu soruya ilişkin belirlenen kavram yanlışlarından ikincisinde ise sınıf öğretmeni adaylarının potansiyometreyi bir lamba olarak düşündükleri ve buna yönelik kavram yanlışlığı içeren birtakım açıklamalarda bulundukları görülmüştür. Görüşme formunun ön uygulamasında deney grubunda 3, kontrol grubunda 2 sınıf öğretmeni adayının, bu açıklamaları barındıran kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Aşağıda benzer açıklamalar ile bu kavram yanlışlığını ifade eden sınıf öğretmeni adaylarından birinin açıklamalarına ilişkin alıntılar yer almaktadır.

Ö28: Potansiyometreyi bir lamba [gibi] düşünelim. Direnci olsun. Diğer R olan da lamba olsun. [...] Bu iki lambanın başlangıçta da sonra da değerleri aynıdır.

A: Başlangıçta ve sonra da aynı olan değerler nedir?

Ö28: Her ikisinin de akımları da lambaları da eşittir.

A: Lambaların eşit olması derken ne anlatmak istiyorsun?

Ö28: Aynıdır.... Yani birbiriyle tamamen aynı lambalardır aynı özelliktedir.

A: Peki akımlar neden eşittir?

Ö28: Devrede pilden çıkan akım hep aynı çünkü.

A: Devredeki akımın aynı olması bu devredeki elemanları bu durumda nasıl etkiler?

Ö28: ...Akım aynı olduğu için bence potansiyel fark da aynıdır. O yüzden bu ikisinin uçlarındaki potansiyel fark da birbiriyle aynı olur ama eşit paylaşırlar.

A: Niye eşit paylaşırlar?

Ö28:Çünkü bu ikisi birbirine seridir. Pilin vereceği bu aynı akım her ikisine de eşit olarak gideceğinden potansiyel fark değişmez.

A: Peki lamba olarak kabul ettiğin potansiyometrenin direnci arttırıldığında R lambasının uçları arasındaki potansiyel fark nasıl olur?

Ö28: Her iki direncinde uçları arasındaki potansiyel fark eşit olur.

A: Neden?

Ö28: Çünkü akım aynı ...ve akımı kendi arasında eşit olarak paylaştıkları için [...]yani o zaman uçları arasındaki potansiyel farkı da eşit olarak paylaşırlar.

Alan yazında akımın *paylaşım modeli* olarak bilinen bu kavram yanılığına yönelik, görüşme formunun ön uygulamasında deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 1'inde bu kavram yanılığında yönelik açıklamaların giderildiği, 2'sinde ise bu kavram yanılığına yönelik açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda görüşme formunun ön uygulamasında bu kavram yanılığını barındıran 2 sınıf öğretmeni adayının, görüşme formunun son uygulamasında 2'sinde de bu kavram yanılığına yönelik açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara yönelik tartışma ve sonuç kısmı yer almaktadır.

5.1.1. Nicel Verilere Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde bilimsel süreç becerileri testinden ve basit elektrik devreleri kavram testinden elde edilen nicel verilere ilişkin tartışma ve sonuç kısmı yer almaktadır.

5.1.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt probleminde ele alınan bilimsel süreç becerilerine ilişkin sonuçlara bakıldığında; deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonunda bilimsel süreç becerilerinin uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde geliştiği belirlenmiştir. Bunun aksine kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının ise uygulama sonunda bilimsel süreç becerilerinin uygulama öncesine göre geliştiği; fakat bu gelişmenin uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde bir farklılık göstermediği saptanmıştır.

Bilimsel süreç becerilerinin alt boyutlarına yönelik sonuçlara bakıldığında, uygulama sonunda hem deney hem kontrol grubunda her bir alt boyuta ilişkin becerilerde uygulama öncesine göre bir gelişme belirlenmiştir. Uygulama sonunda deney grubunda verileri yorumlama ve işe vuruk tanım yapma becerileri hariç diğer tüm alt boyutlardaki becerilerin uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde geliştiği saptanmıştır. Kontrol grubunda ise uygulama sonunda, uygulama öncesine göre tüm alt boyutlara ilişkin becerilerde belirlenen bu gelişmenin alt boyutların hiçbirinde uygulama öncesine göre anlamlı bir düzeyde olmadığı saptanmıştır.

Uygulama sonunda, deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre anlamlı düzeyde daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Bunun yanında uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri alt boyutları değerlendirildiğinde deney grubundaki katılımcıların tüm alt boyutlardaki becerilerinin kontrol grubundaki katılımcılara göre daha fazla gelişme gösterdiği saptanmıştır. Uygulama sonundaki bu gelişmenin, işe vuruk tanım yapma alt boyutu hariç diğer tüm alt boyutlarda deney grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla bilimsel süreç becerilerini anlamlı düzeyde daha fazla geliştirdiği söylenebilir. Sorgulama temelli öğrenme, öğrenenlerin kendi fikirlerini ve açıklamalarını bilimsel temellere dayandırmalarını gerektirmektedir. Öğrenciler sorgulama temelli öğrenmede, uygulamalı etkinlikler aracılığı ile problem durumunun çözümüne yönelik açıklama oluşturmada, hipotez kurmada, hipotezlerini sınyarak test etmekte ve ulaştıkları sonuçları, kanıtlar aracılığı ile destekleyerek bilimsel ilkelere dayandırmaktadırlar. Sorgulama temelli öğrenmede öğrenenler, açıklamaları kanıta dayandırma ve uygulamalı etkinlikler boyunca gözlem yapma, neden-sonuç ilişkisi kurma, değişken değiştirerek etkisini gözleme, veri toplama, hipotez kurma ve sınama gibi süreçlerden geçerek araştırma sorularına, bilimsel temelli çözüm bulmaya çalışmaktadırlar. Bu süreçler kapsamında düşünüldüğünde öğrenciler, sorgulama temelli öğrenmede bilim insanların çalışmalarına benzer bir yol izlemektedirler (Capps ve Crawford, 2013). Böyle düşünüldüğünde sorgulama temelli etkinliklerin uygulandığı öğrenme ortamında öğrenenlerin, bilimsel düşünmeyi ve bilimsel yöntemleri öğrendikleri söylenebilir. Haryadi ve Pujiastuti (2019) öğrenenlerin, bilişsel bir takım becerileri ile kavram ve teoriler oluşturmalarını sağlayacak, bilgileri keşfetmelerine olanak tanıyacak şekilde tasarlanmış bir öğrenme süreci içerisinde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilebileceğini ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında ve sorgulama temelli öğrenmenin nitelikleri dikkate alındığında öğrenenlerin, öğrenme boyunca, aslında bilimsel süreç becerilerini de oldukça aktif kullanarak geliştirmektedirler. Geleneksel öğrenmede ise öğrencilerin çok fazla uygulamalı etkinliklerde bulunma ve öğrendikleri teorik bilgiyi farklı durumlara entegre etme imkânı olmadığı için, fikirlerini bilimsel kanıtlar ile destekleyecek, bilimsel yöntemi uygulayacak ve öğrenecek öğrenme durumlarına çok fazla sahip olmadıkları söylenebilir. Bu nedenle üst düzey düşünmeyi daha fazla gerektiren sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini daha fazla geliştirmesi beklendik bir sonuçtur. Çalışmanın bu sonucu ile tutarlı olarak alan yazında sorgulama temelli öğrenmenin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar mevcuttur. Şimşek ve Kabapınar (2010) sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerine olumlu etkisi olduğunu; Koksall ve Berberoğlu (2014), rehberli sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede anlamlı bir etkiye sahip olduğunu; Yager ve Akcay (2010) ise sorgulama temelli öğrenmenin geleneksel öğrenmeye kıyasla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini uygulamada daha fazla etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. Joy ve diğerleri (2017) yapmış oldukları çalışmada sorgulama temelli öğrenmenin, bilimsel süreç becerileri üzerinde geleneksel öğrenmeden daha etkili olduğu sonucuna varmıştır. Benzer

şekilde Mulyeni, Jamaris ve Supriyati (2019) yaptıkları çalışmada, bilimsel süreç becerilerini geliştirmede sorgulama temelli yaklaşımın etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Roth ve Roychoudhury (1993) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin değişkenleri tanımlama, veri yorumlama, hipotez kurma ve deney yapma gibi üst düzey bilimsel süreç becerilerinde gelişme sağlamalarında, açık uçlu sorgulayıcı laboratuvar kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Mattheis ve Nakayama (1988) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin veri grafikleme ve yorumlama gibi belirli bilimsel süreç becerilerini geliştirmede laboratuvar merkezli sorgulama programının olumlu yönde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Khan ve Iqbal (2011) ise yaptıkları çalışmada, geleneksel laboratuvar ile kıyaslandığında sorgulama laboratuvarının, bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğuna ve öğrencilerin sorgulama laboratuvarlarında bilimsel süreç becerilerinde daha fazla performans gösterdiklerine ulaşmışlardır. Athuman (2017) tarafından yapılan çalışmada ise sorgulama etkinliklerinden sonra bilimsel süreç becerilerinde daha iyi performans gösterildiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada deney grubunda uygulama sonunda bilimsel süreç becerileri testinin alt boyutlarına ilişkin verileri yorumlama ve işe vuruk tanım yapma becerilerinde uygulama öncesine göre bir gelişme olmasına rağmen, bu gelişmenin anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak sınıf öğretmeni adaylarının, rehberli sorgulama temelli etkinliklerde özellikle deney yapma, hipotez kurma gibi diğer süreç becerilerine daha fazla vurgu yapmalarından kaynaklanmış olabileceği ve bu anlamda çalışmanın uygulama süresi nedeniyle anlamlı farklılığın çıkmadığı becerilere daha fazla vurguda bulunmaya imkân sağlanamaması sınırlılığının böyle bir sonuca yol açmış olabileceği söylenebilir. Çalışmanın bu sonucu ile tutarlı olarak, benzer şekilde Lati ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada, sorgulama aktivitelerinin öğrencilerin bütünleştirilmiş süreç becerilerini geliştirirken, veri yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerinde daha düşük düzeyde bir gelişime yol açtığı belirlenmiştir. Ogan-Bekiroğlu ve Arslan (2014), rehberli sorgulama sonrasında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin, değişkenleri tanımlama ve hipotez belirleme alt boyutlarında geliştiğini belirlemiştir. Af'idayani, Setiadi ve Fahmi (2018) yaptıkları çalışmada, bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri üzerinde sorgulama modelinin anlamlı bir etkisi olduğunu; Prastiwi, Haryani ve Lisdiana (2018) ise yaptıkları çalışmada zihin haritalama ile rehberli sorgulama modelinin kullanımının bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Nworgu ve Otum (2013) ise çalışmalarında, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde geleneksel yöntem ile kıyaslandığında analogi öğretim stratejisi ile tamamlanan rehberli sorgulama lehine anlamlı bir farklılık olduğunu

belirlemiştir. Pratono, Sumarti ve Wijayati (2018) ise yapmış oldukları çalışmada rehberli sorgulama öğrenme modelinin öğrenenlerin bilimsel süreç becerilerine katkıda bulunduğunu belirlemiştir. Gumilar, Wardani ve Lisdiana (2019) yaptıkları çalışmada, rehberli sorgulamanın bilimsel süreç becerilerini geliştirebileceğini belirlemişlerdir. Tüm bunların aksine alan yazında sorgulama temelli öğrenmenin bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığına yönelik çalışmalarda mevcuttur. Germann (1989), tarafından yapılan çalışmada yönlendirilmiş sorgulama yaklaşımının bilimsel süreç becerilerini öğrenme üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

5.1.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin sonuçlar kavramsal anlama ve kavram yanlışları bazında ele alınmıştır. Buna yönelik sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemede kullanılan Puanlama-3 türüne ilişkin ortalama puanların yüksek olması olumlu bir sonuç olarak değerlendirilirken, kavram yanlışları puan türlerini temsil eden Puanlama-6, 7 ve 8 türlerine ilişkin puan ortalamalarının yüksek olması ise olumsuz bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Bu bağlamda ikinci alt probleme ilişkin sonuçlara bakıldığında, uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarının uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama sonunda kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kavramsal anlamalarının da uygulama öncesine göre geliştiği; fakat bu gelişmenin anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Kavram yanlışları türlerine göre değerlendirildiğinde ise uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tüm kavram yanlışları türlerinde kavram yanlışlarının uygulama öncesine göre azaldığı ve bu azalmanın tüm kavram yanlışları türlerinde anlamlı düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kavram yanlışları türlerine göre uygulama sonunda kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının ise tüm kavram yanlışları türlerinde kavram yanlışlarının azaldığı; fakat bu azalmanın hiçbir kavram yanlışları türünde anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre kavramsal anlamalarının anlamlı düzeyde daha fazla geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Kavram yanlışları türleri açısından bakıldığında, uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının, tüm kavram yanlışları türlerinde kavram yanlışlarının kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına kıyasla daha az olduğu tespit edilmiştir. Buna ilişkin uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının sadece Puanlama-6 (kavram yanlışları) türüne ilişkin kavram yanlışlarının, kontrol

grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına göre anlamlı düzeyde daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar ışığında, geleneksel öğrenme yönteminin sorgulama temelli öğrenme ile kıyaslandığında kavramsal anlamayı geliştirme üzerinde çok az olumlu etkiye sahip olduğu, buna rağmen sorgulama temelli öğrenmenin kavramsal anlamayı geliştirmede anlamlı derecede bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar ile tutarlı olarak alan yazında Şimşek ve Kabapınar (2010)'ın yapmış olduğu çalışmada, sorgulama temelli öğrenmenin kavramsal anlamayı geliştirdiği belirlenmiştir. Trundle ve diğerleri (2010) ise yaptıkları çalışmada, rehberli sorgulama talimatlarından sonra öğrenenlerin kavramsal anlamalarının, bilimsel bir eğilim göstermeye başladığı ve büyük ölçüde geliştiğini belirlemişlerdir. Marchionda (2006) tarafından yapılan çalışmada da, sorgulama tabanlı öğrenmenin kavramsal anlama üzerinde olumlu etkiler bıraktığı belirlenmiştir. Ogan-Bekiroğlu ve Arslan (2014) ise rehberli sorgulamanın öğretmen adaylarının kavramsal bilgilerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığını belirlemiştir. Bilgi şemalarının doğru kavramsal yapılar çerçevesinde anlamlandırılarak oluşturulduğu düşünüldüğünde bireylerin teoride doğru ve uygulamada sonuca ulaştıracak bilgilere sahip olmalarının onların kavramsal anlamalarına bağlı olduğu söylenebilir. Sorgulama temelli öğrenme sürecinde gerçekleştirilen sorgulama temelli aktiviteler ile öğrenenler, geleneksel öğrenme sürecinden farklı olarak, kendi zihinlerinde var olan fikirler ve kavramsal yapılar aracılığı ile sunmuş oldukları açıklamaları hipoteze dönüştürmektedirler. Öğrenciler sorgulama temelli öğrenmede, bir problem durumuna yönelik çözümlerini gerçek ve gerçeğe yakın laboratuvar malzemeleri ile uygulama ve buna ilişkin oluşturmuş oldukları hipotezlerini sınama imkânına sahip olmaktadır. Sorgulama temelli öğrenme, öğrenenlere kendi hipotezlerini test etme imkânı sunarken aynı zamanda kendi kavramsal bilgilerinin doğruluk derecesini de sınama imkânı vermektedir. Bu sürecin, öğrencileri, kavramlar ve arasındaki bağlantılar üzerine daha derin bir düşünme sürecine sevk ettiği söylenebilir. Sorgulayarak öğrenme, daha derin bir kavramsal bilgiye ulaşma sürecinde oldukça etkilidir (de Jong, 2006). Sorgulama temelli öğrenme, öğrenenlerin bilimsel kavramları anlamalarını sağlayarak kavramsal anlayışı desteklemektedir (Alake-Tuenter ve diğerleri, 2012). Sorgulama temelli öğrenmede öğrenenler her bir aşamada bilgiler arasında daha fazla bağlantı kurarak, dolayısıyla daha derin düşünerek, elde ettikleri bilgileri ve kavramları sorgulayarak hipotezlerini test edip doğrulama ya da tekrardan yeni hipotez kurma yoluna girmektedirler. Öğrencilerin sorgulama temelli öğrenme sürecinde, doğru kavramsal anlamalara ulaşmada ve kavramsal anlamalarını geliştirmede, farklı imkânlarla sahip oldukları söylenebilir. Her iki durumda da öğrencilerin sorgulama aktiviteleri

içerisinde aktif olarak yer aldıkları söylenebilir. Benzer şekilde Hofstein ve Lunetta (2004), öğrencilerin kavramlarını ve kavramsal çerçevelerini geliştirmeleri yolunda, sorgulama odaklı laboratuvar etkinliklerinin, birtakım öğrenme fırsatı sunmada önemli olduğunu ifade etmektedir. Fogleman, McNeill ve Krajcik (2011), sorgulama araştırmalarının içerisinde aktif olarak katılım göstermenin, anahtar bilim kavramlarını geliştirmede önem teşkil ettiğini belirtmiştir. Fen kavramlarını anlama, açıklama ve uygulama sürecinde sorgulama aktiviteleri oldukça önemli bir köprü teşkil etmektedir (Edelson ve diğerleri, 1999). Bu aktiviteler sırasında öğrenenler, kendilerinde var olan kavramlar ve onlara yönelik yaptıkları açıklamaları, uygulamada pratiğe dökme imkânı bularak kendi kavramlarının doğruluğunu elde ettikleri sonuçlar ile kıyaslarlar. Kavramsal değişim sürecinde sorgulama, öğrenenlerin bilimsel fikirlerini değiştirmeleri yolunda onlara kanıtlar sağlamaktadır (Keys ve Bryan, 2001). Sorgulama, öğrencilerin doğal meraklarının devreye girmesini sağlayarak, düşünme becerilerinin gelişmesini sağlar (Holt ve Kysilka, 2006). Böylece öğrencilerin uygulama etkinliklerinde, gözlemlerine ve verilere dayanarak elde ettikleri kanıtlar dâhilinde, kavramları sorgulayarak pekiştirme ya da değiştirme sürecine girdikleri söylenebilir. Bu bağlamda sorgulayıcı öğrenme görevleri, öğrenenlerin kavramlarını açıklamalarına ve keşfetmelerine olanak sağlamaktadır (Gijlers ve de Jong, 2005). Bu çalışmada deney grubunda uygulanan rehberli sorgulama temelli etkinlikleri aracılığı ile gerçekleştirilen sorgulama temelli öğrenmenin, kavramsal anlamının gelişimine anlamlı derecede etki ettiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Prince ve Vigeant (2006) yapmış oldukları çalışmada, sorgulama temelli etkinliklerin kavramsal anlamaya yönelik yarar sağladığı sonucuna varmıştır. Prince, Vigeant ve Nottis (2016) ise yaptıkları çalışmada, sorgulamaya dayalı aktivitelerin kavramsal gelişimi anlamlı derecede etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Bu araştırmada aynı zamanda uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının kavram yanlışlarının tüm türlerine ilişkin kavram yanlışlarında uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde azalma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama sonunda kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının ise kavram yanlışlarının tüm türlerine yönelik kavram yanlışlarında uygulama öncesine göre azalma olduğu sonucuna ulaşılmasına rağmen, bu azalmanın hiçbir kavram yanlışısı türünde anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda, uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tüm kavram yanlışısı türlerindeki kavram yanlışlarının, kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarına kıyasla daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının, basit elektrik devreleri konularındaki kavram yanlışlarını azaltmada geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir. Çalışmada kontrol

grubundan farklı olarak deney grubunda sorgulama temelli öğrenme sürecinde rehberli sorgulama etkinliklerinin kullanıldığı düşünüldüğünde alan yazında bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile tutarlı çalışmalar mevcuttur. Heng ve Karpudewan (2017) yapmış oldukları çalışmada rehberli sorgulamanın öğrencilerin kavram yanlışlarını azaltarak kavramsal anlamalarını geliştirdiğini, Tompo ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada, keşfedici sorgulayıcı öğrenme modelinin kavram yanlışları giderme üzerinde etkili olduğunu; Akben (2015) yapmış olduğu çalışmada açık sorgulayıcı laboratuvar etkinliklerinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu saptamıştır. Prince ve Vigeant (2006)'da yapmış oldukları çalışmada, kavram yanlışlarını gidermede geleneksel öğretimin çok az bir etkiye sahip olduğunu, sorgulama temelli öğrenmenin ise anlamlı derecede daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

5.1.2. Nitel Verilere Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen nitel verilere ilişkin tartışma ve sonuç kısmı yer almaktadır.

5.1.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Birinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun birinci sorusu kapsamında belirlenen ilk kavram yanlışısı lambanın ışık vermesi için pilin tek kutbuna bağlı olmasının yeterli olduğu düşüncesine yöneliktir. Alan yazında *tek kutuplu model* olarak bilinen bu kavram yanlışısına sıkça rastlanmaktadır. Osborne (1983) yaptığı çalışmada, öğrencilerin devre oluşturarak lambayı yakmaları istendiğinde 40 öğrenciden 22'sinin pilin pozitif kutbundan tek bir tel ile lambaya akımın akması ile lambanın yanacağını düşündüklerini tespit etmiştir. Chambers ve Andre (1997) yapmış oldukları çalışmada öğrencilere kablolar ile pile bağlı bir lambanın ışık verdiği durumda, lambanın nasıl yandığı sorulduğunda bazı öğrencilerin, lamba ve pil arasında yer alan tek bir kablonun yeterli olacağını, bu kablo ile akımın lambaya ulaşacağını ve akımın geri dönmeyeceğini düşündüklerini belirlemişlerdir. Afra ve diğerleri (2009) ise yapmış oldukları çalışmada, katılımcıların tüm çalışma boyunca en az bir kez bilimsel olarak kabul görmeyen akım hakkında alternatif kavramlara sahip olduklarını tespit ederek, bunlardan birinin de tek kutuplu model olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmaların yanında Peşman ve Eryılmaz (2010) tarafından yapılan çalışmada da tek kutuplu modelin varlığını ortaya koyan sonuçlar belirlenmiştir.

Uygulama öncesinde deney grubunda tek kutuplu modele sahip olan sınıf öğretmeni adaylarının, büyük bir çoğunluğunda uygulama sonunda bu kavram yanlışısının giderildiği ve

sadece 1'inde devam ettiği belirlenmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki 12 sınıf öğretmeni adayının ise, çok azında uygulama sonunda bu kavram yanlışlığının giderildiği dolayısıyla büyük çoğunluğunda (8 sınıf öğretmeni adayı) bu kavram yanlışlığını temsil eden açıklamaların devam ettiği belirlenmiştir. Bu durumda hem geleneksel öğrenme yönteminin hem de sorgulama temelli öğrenmenin tek kutuplu akım modelini gidermede etkili olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, sorgulama temelli öğrenmenin bu kavram yanlışlığını gidermede daha yüksek bir oranda etkili olduğu söylenebilir. Sorgulama temelli öğrenme, katılımcıların araştırma sürecinde gerçekleştirmiş oldukları uygulamalar ile kapalı devre kavramını somutlaştırmalarına ve anlamlı kılmalarına imkân verdiği için, sorgulama temelli öğrenmenin bu kavram yanlışlığını gidermede geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir. Bu bağlamda özellikle sorgulama temelli öğrenmenin uygulandığı deney grubunda bu kavram yanlışlığını barındıran açıklamaların uygulama sonrasında büyük ölçüde azalarak bilimsel açıklamalara doğru yöneldiği söylenebilir. Araştırmanın bu sonuçları ile tutarlı olarak alan yazında pek çok çalışma mevcuttur. Buna ilişkin Demirezen ve Yağbasan (2013) yaptıkları çalışmada, tek kutuplu akım modelini içeren kavram yanlışlığına uygulama öncesinde deney grubunda rastlamalarına rağmen; daha sonra yapılan uygulamalar ile bunun kolaylıkla üstesinden gelinebildiğini ifade etmişlerdir. Aykutlu ve Şen (2012) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede kullandıkları kavram testinin ön uygulamasında ampulün yanması için tek bir telin yeterli olduğuna dair bir kavram yanlışlığına ulaşmış olmalarına rağmen; son test sonucunda bu kavram yanlışlığının ortadan kalktığını belirlemişlerdir. Asami ve diğerleri (2000) tarafından yapılan çalışmada ise pilin artı ucundan tek bir kablo kullanarak lambanın altına temas etmesi durumunda lambanın yanıp yanmayacağı deney ve kontrol grubundaki öğrencilere sorulduğunda, kontrol sınıfındaki iki öğrencinin, kısa bir süre için lambanın yanacağını; fakat deney sınıfındaki bütün öğrencilerin ise lambanın yanmayacağını belirttikleri tespit edilmiş olup; iki grup arasında anlamlı farklılık olmamasının sebebi ise çoğu öğrencinin kaynak-tüketici modelini reddetmesi olarak açıklanmıştır. Shepardson ve Moje (1994) yaptıkları çalışmada, elektrik devrelerinin doğasının yorumlanmasını amaçladıkları çalışmalarında öğrencilerde, bu modele yönelik devre problemi sorularında öğretim sonrasında büyük bir değişim olduğunu, dolayısıyla öğrencilerin devrenin ışık vermeyeceğini belirttiklerini ve devreyi tamamlamak için gerekli bağlantıları doğru bir şekilde kurabildiklerini belirlemiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun birinci sorusu kapsamında belirlenen bir diğer kavram yanlışlığı ise bir lambanın ancak bir duya bağlı olması durumunda ışık verebileceği

düşüncesine yöneliktir. Bu düşüncenin altında yatan temel neden, pil ile lamba arasındaki iletkenliğin ancak duy aracılığı ile sağlanacağı düşüncesidir. Katılımcıların bu açıklamaları yapmalarının temelinde, kapalı devre kavramını dikkate almamalarının yer aldığı söylenebilir. Aynı zamanda öğrencilerin günlük yaşamda lambaları hep bir şeylerin içine yerleştirilmiş olarak gördükleri düşünüldüğünde, bunu duy olarak kabul ettikleri ve bir tek bunlar ile iletkenliğin sağlandığını düşünmeleri, bir lambanın altında ve yan tarafında yer alan iletkenliği sağlayan noktalardan haberdar olmamaları da bu kavram yanlışlığının nedenlerinden biri olarak düşünülebilir.

Lambanın ancak bir duya bağlı olması durumunda ışık verebileceği düşüncesine yönelik kavram yanlışlığı, uygulama sonunda deney grubundaki hiçbir sınıf öğretmeni adayında tespit edilmemiştir. Buna karşılık uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tamamında uygulama sonunda da bu kavram yanlışlığının devam ettiği belirlenmiştir. Bu durumda bu kavram yanlışlığını tamamen gidermede, sorgulama temelli öğrenmenin etkili olduğu, geleneksel öğrenme yönteminin ise etkili olamadığı söylenebilir. Sorgulama temelli öğrenmede katılımcılar duyun içerisine yerleşmiş lamba ve duysuz lamba ile uygulamalar yaparak her ikisinde de doğru bağlantıları gerçekleştirebildikleri takdirde lambanın ışık vereceğini görebilecekleri etkinliklerde bulunma imkânına sahip olmuşlardır. Kontrol grubundaki katılımcılar ise geleneksel öğrenme yönteminde her ne kadar bu ikisi arasındaki farkı şekil üzerinden görebilme imkânına sahip olsalar da bunlar ile uygulama yaparak ışık verip vermeyeceğini test etme olanağına sahip olmamaktadırlar. Buna karşılık özellikle sorgulama temelli öğrenmenin öğrenenlerin merak etmelerine, gerçek malzemeler ile uygulamalar yaparak merak ettiklerini yakından araştırmalarına ve incelemelerine, imkân vermesinin, deney grubundaki katılımcılarda var olan bu kavram yanlışlığını gidermede etkili olduğu söylenebilir.

5.1.2.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun İkinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci sorusu kapsamında belirlenen kavram yanlışlığından biri alan yazında zayıflayan akım modeli olarak bilinen, pilin artı kutbundan çıkan akımın bir kısmının lamba üzerinde harcanarak lambanın ışık vermesini sağladığı, kalan akımında azalarak pilin eksi kutbuna geri döndüğü düşüncesine yöneliktir. Alan yazında, zayıflayan akım modeli olarak belirtilen bu kavram yanlışlığının varlığını ortaya koyan pek çok araştırma yer almaktadır. Pardhan ve Bano (2001) pilin bir akım deposu olarak görülerek ve akımın ardışık bileşenler üzerinden geçerken tükendiği görüşünü temsil eden zayıflayan akım modeline, yapmış oldukları çalışmada rastlamış olup, bu görüşün özellikle fizik

öğrencileri arasında oldukça yaygın olduğunu ifade etmişlerdir. Osborne (1983) tarafından yapılan çalışmada da, akımın tamamen tükenmediği, bir kısmının tükenerek kalan akımın tekrar pilin diğer kutbuna geldiğini ifade eden öğrenciler olduğu belirlenerek, zayıflayan akım modelinin varlığına ilişkin bulgular tespit edilmiştir. Shipstone (1988) yapmış olduğu çalışmada akımın devredeki bileşenler tarafından tüketildiğine yönelik kavram yanılgısı belirlemiş olup, buna yönelik zayıflayan akım modelinde, akımın devre boyunca sadece tek bir yönde ilerleyeceğini ve devrede en sonda yer alan lambaların gittikçe daha az akım alacakları bir durum olacağına değinerek öğretmenlere en tanıdık gelen ve en ısrarcı akım modellerinden birinin bu olduğunu ifade etmektedir. Heller ve Finley (1992) yaptıkları çalışmada benzer şekilde devrede akımın bir yönde aktığı durumda, akımın bir kısmının ilk karşılaşılan lamba tarafından tüketileceği, kalanının diğer lambalar üzerinde benzer şekilde akmaya devam edeceğine yönelik katılımcı ifadelerinin mevcut olduğunu belirlemişlerdir. Küçüközer (2003) yaptığı çalışmada öğrencilerde akımın devre elemanları tarafından harcandığına yönelik kavram yanılgısı olduğuna rastlamıştır. Bu çalışmalara ek olarak alan yazında zayıflayan akım modelinin belirlendiği benzer diğer çalışmalar da (Afra ve diğerleri, 2009; Huyugüzel-Çavaş, 2004; McDermott ve Shaffer, 1992; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Shipstone, 1984) mevcuttur.

Uygulama öncesinde deney grubunda zayıflayan akım modeline sahip olan sınıf öğretmeni adaylarının, uygulama sonunda büyük bir çoğunluğunda bu kavram yanılgısının giderildiği ve sadece 1'inde bu kavram yanılgısının devam ettiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise bu durum uygulama sonrasında tam tersi bir şekilde sonuçlanmıştır. Uygulama öncesinde bu kavram yanılgısına sahip olan kontrol grubundaki 6 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda çok azında bu kavram yanılgısının giderildiği ve büyük çoğunluğunda (5 sınıf öğretmeni adayı) bu kavram yanılgısının devam ettiği belirlenmiştir. Bu durumda zayıflayan akım modelini gidermede, sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla daha büyük bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Sorgulama temelli öğrenme sürecinde katılımcıların etkinliklerde problem durumları üzerinden elektrik devrelerinde yapmış oldukları uygulamalardan ve ölçüm sonuçlarından elde ettikleri veriler neticesinde akımın korunduğunu görmelerinin, bu kavram yanılgısının büyük ölçüde giderilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Araştırmanın bu sonucuna ilişkin Aykutlu ve Şen (2012) tarafından yapılan çalışmada, kavram yanılgılarını belirlemede kullanılan kavram testinin ön uygulamasında akımın devre elemanları tarafından harcandığına yönelik kavram yanılgısına sahip öğrenci yüzdesi % 22.68 olarak belirlenirken; bu oranın son uygulama sonuçlarında % 15.46'ya kadar gerilediği;

kavram yanlışlarını belirlemede kullanılan kavram haritasının ön uygulaması sonucunda ise bu kavram yanlışına ilişkin bulgulara sahip öğrenci sayısının % 4.17 olduğu; son uygulamasında bu kavram yanlışının ortadan kalktığı belirlenmiştir.

Aynı zamanda görüşme formunun ikinci sorusunda, görüşme formunun ön uygulamasında pilin artı kutbundan çıkan akımın bir kısmının lamba üzerinde harcanarak lambanın ışık vermesini sağladığı, kalan akımın pilin eksi kutbuna geri döndüğünü düşünen katılımcıların birinin açıklamasında pilden çıkan akımın ışık enerjisine dönüştüğüne yönelik bir açıklama da tespit edilmiştir. Buna sonucu destekler nitelikte alan yazında Evans (1978) yapmış olduğu, çalışmada akımın ısı ve ışık üretimi sırasında lambalarda tükendiğine ilişkin bulgular belirlemiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci sorusu kapsamında belirlenen diğer kavram yanlışları ise alan yazında çarpışan akımlar modeli olarak bilinen, akımın, pilin her iki kutbundan geldiği, iki kutuptan gelen akımların lambanın içerisinde çarpıştığı ve buna bağlı olarak lambanın ışık verdiği düşüncesine yöneliktir. Bu kavram yanlışına yönelik ifadelerin katılımcılara, kısa devreyi tanımlamaları ve nasıl oluştuğunu açıklamaları için yöneltilen, yarı yapılandırılmış görüşme formunun üçüncü sorusunda da mevcut olduğu görülmektedir. Alan yazında çarpışan akımlar modeli olarak bilinen bu kavram yanlışına ilişkin pek çok çalışmaya ulaşılmıştır. Fakat ulaşılabilen bu çalışmalarda, bu modelin kısa devre kavramını açıklamada kullanılan bir kavram yanlışlığı olmasından ziyade, genel olarak devrede akımın nasıl ilerlediğini ve lambanın nasıl ışık verdiğine yönelik açıklamalarda ortaya çıktığı belirlenmiştir. Alan yazında incelenen çalışmalar dikkate alındığında, kısa devreyi açıklamada çarpışan akımlar modelinin kullanılmasına ilişkin herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu açıdan bu araştırmanın alan yazında ulaşılamayan böyle bir sonuç ortaya koymasının, araştırma sonuçları açısından önemli olduğu ve bu konuda gerçekleştirilecek olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Alan yazında yer alan çalışmalar incelendiğinde, Osborne (1983) tarafından 40 katılımcı ile gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin kendilerine sunulan devre modelleri arasından elektrik akımının devrede ne şekilde yol alacağına dair seçim yapmaları istendiğinde, öğrencilerin tamamına yakınının (35) devrenin artı ve eksi kutbundan çıkan akımların lambada çarpışarak lambayı yakacağını ifade ettikleri çarpışan akımlar modelini seçtikleri belirlenmiştir. Shipstone (1984) tarafından öğrencilere sunulan bir devre üzerinden akımın yönüne, lamba parlaklığına yönelik fikirlerin incelendiği çalışmada, çarpışan akımlar modelinin varlığına yönelik bulgular elde edilmiş, artan yaşla birlikte bu modele bağlılığın zayıfladığı ortaya koyularak, öğretim ile kolayca üstesinden gelinebileceği belirtilmiştir.

Arnold ve Millar (1987) tarafından yapılan çalışmada, yine benzer şekilde katılımcı öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun çarpışan akım modeli kullandığı belirlenmiştir. Alan yazında Duit ve von Rhöneck (1998) ve Küçüközer (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da bu modeli temsil eden kavram yanlışları belirlenmiştir.

Uygulama öncesinde çarpışan akımlar modeline sahip olan deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının, uygulama sonunda hiçbirinde bu kavram yanlışına rastlanmadığı belirlenmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışına sahip olan kontrol grubundaki 7 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda çok azında bu kavram yanlışının giderildiği ve büyük çoğunluğunda ise (5 sınıf öğretmeni adayı) bu kavram yanlışının devam ettiği belirlenmiştir. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla çarpışan akımlar modelini temsil eden kavram yanlışını gidermede daha etkili olduğu söylenebilir.

Alan yazında araştırmanın bu sonucuna benzer araştırmalar yer almaktadır. Demirezen ve Yağbasan (2013), 7E modelinin basit elektrik devreleri konusunda öğrencilerin kavram yanlışlarının bilimsel fikirlere doğru değişimini sağlamada etkililiğini inceledikleri çalışmalarında, öğrencilerin çarpışan akım modelini benimsediğine dair bir sonuç elde ederek, araştırma sonucunda buna yönelik kavram yanlışlarının büyük bir oranda bilimsel fikirlere doğru bir kavramsal değişime uğradığını belirlemişlerdir. Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş (2006), 4E öğrenme döngüsü modelini kullandıkları deney grubu ve geleneksel öğrenme yöntemini kullandıkları kontrol grubu ile yaptıkları çalışmada; öğrencilerin çoğunun çarpışan akımlar modeline yönelik kavram yanlışına sahip olduğunu; fakat bu kavram yanlışını içeren sorulara ilişkin uyguladıkları ön teste kıyasla son testte kontrol grubunda bu kavram yanlışının giderilmesine yönelik % 3'lük bir başarı sağlanırken, deney grubunda % 42'lik bir başarı sağlandığını belirlemişlerdir. Aykutlu ve Şen (2012), öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarını farklı ölçme araçları ile tespit etmeyi amaçladıkları çalışmalarında, kavram testinin ön uygulaması sonucunda çarpışan akım modeline sahip öğrenciler olduğunu; fakat kavram testinin son uygulamasında bu modele yönelik bir yanlışla rastlamadıklarını tespit etmişlerdir.

Çarpışan akımlar modeli düşüncesinin temelinde, akımın pilin her iki kutbundan da çıktığının düşünülmesi yer almaktadır. Bu düşünceleri barındıran açıklamaları gidermede sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenmeye kıyasla çok daha etkili olduğu belirlenmiştir. Buna yönelik geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı kontrol grubunda bu kavram yanlışının uygulama sonrasında da büyük ölçüde var olduğu tespit edilmiştir. Alan yazındaki çalışmalar da bu kavram yanlışının hizmet içi öğretmenler de dahi görüldüğünü

ortaya koymaktadır. Pardhan ve Bano (2001) tarafından öğretmenler ile yapılan çalışmada öğretmenlerin bir kısmının elektrik akımının yönünü tanımlamada, akımın pilin her iki kutbundan çıktığını ve lambaya doğru ilerlediğini belirttikleri belirlenmiştir.

5.1.2.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Üçüncü Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan üçüncü soruya ilişkin formun ön uygulamasından elde edilen sonuçlar ile katılımcıların kısa devre kavramına ilişkin kavram yanlışlarının diğer sorularda yer alan kavramlara göre daha fazla çeşitlilik gösteren bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Peşman (2005) yapmış olduğu çalışmada görüşmelerde en fazla rastlanan kavram yanlışlarından birinin kısa devreye yönelik olduğunu ifade etmiştir. Mackay ve Hobden (2012), yapmış oldukları araştırmada, kaydedilen en büyük kavram yanlışının kısa devre olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde alan yazında kısa devre kavramını ele alan ve buna yönelik kavram yanlışları tespit eden bazı çalışmalar yer almaktadır (Brown, Slater ve Adams, 1998; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Fredette ve Clement, 1981; Hussain, Latiff ve Yahaya, 2012; Johsua, 1984; Manunure, Delserieys ve Castéra, 2019; Moodley, 2013; Moodley ve Gaigher, 2019; Peşman, 2005; Peşman ve Eryılmaz, 2010).

Fredette ve Clement (1981) yaptıkları araştırmada, en etkileyici kavram yanlışlarından birinin kısa devre kavramına yönelik olduğunu, öğrencilerin tellerin önemini göz ardı ederek kendilerine sunulan kısa devreyi kısa devre olarak kabul etmediklerini belirlemişlerdir. Benzer olarak Engelhardt (1997) da yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin bazılarının bir devrede kısa devreyi ve kısa devre üzerinde neler olduğunu belirleyemediklerini saptamıştır.

Genel olarak bakıldığında yapılan çalışmalarda genellikle, kısa devre kavramında öğrencilerin devrede yer alan telleri göz ardı ettiklerine (Fredette ve Clement, 1981; Peşman, 2005) yönelik bulgular belirlenmiştir. Bunun haricinde alan yazında ulaşılabilen çalışmalar dikkate alındığında, genellikle öğrencilerin kısa devre kavramının nasıl oluştuğuna yönelik açıklamalarının detaylı olarak ele alındığı çalışmalara pek rastlanmamıştır. Benzer şekilde Moodley (2013)'de kısa devre kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmaların eksikliğinden bahsetmektedir.

Bu çalışmada görüşme formunun ön uygulamasından elde edilen verilerde kısa devre kavramına yönelik kavram yanlışlarına sahip katılımcıların, kısa devre kavramını en fazla *lambaya fazla enerji yüklenmesi* kavram yanlışını kullanarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Burada katılımcıların devreye çok fazla enerji yüklendiğinde devrenin kısa devre olacağına yönelik benzer açıklamalarda bulundukları görülmektedir. Bu sonuca benzer olarak Önder ve

diğerleri (2017) tarafından yapılan araştırmada da kısa devreyi aşırı akım yüklemesi ile ifade eden öğrencilere rastlanmış olup, bu kavram yanlışlığının sebebinin ise günlük konuşmada kısa devreye ilişkin deneyimlerden ve bunları ifade etmede kullanılan sözcüklerden kaynaklandığı şeklinde belirtilmiştir. Nopparatjamjomras, Kalaya ve Nopparatjamjomras (2018) ise geliştirilen bir öğrenme etkinliğinden sonra, öğrencilerin elektriksel kısa devrenin neden olduğu bir yangını nasıl anladıklarına ilişkin gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kısa devrenin aşırı miktarda akıma sebep olduğuna yönelik bir düşüncenin olduğunu belirlemişlerdir.

Uygulama öncesinde, kısa devreyi, *lambaya fazla enerji yüklenmesi* kavram yanlışlığını kullanarak ifade eden deney grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki 5 sınıf öğretmeni adayının ise, uygulama sonunda 4'ünde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir.

Görüşme formunda yer alan üçüncü soruya ilişkin formun ön uygulamasında kısa devre kavramına yönelik kavram yanlışlığına sahip katılımcıların, kısa devre kavramını açıklamada kullandıkları *basit elektrik devresi* ifadesinin ise ikinci olarak en sık kullanılan kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip katılımcıların kısa devrede akımın en kısa yoldan geçmesi gerektiğini bu nedenle devrenin en az sayıda devre elemanı kurularak oluşturulmuş bir devre olması gerektiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. Basit bir elektrik devresi genellikle pil, iletken kablolar ve ampulden oluşan bir devre olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla bu kavram yanlışlığına sahip katılımcıların, basit elektrik devresinin bu şekilde olduğundan yola çıkarak, bunun karmaşık bir sistem olmadığını daha küçük olduğunu düşündükleri ve dolayısıyla akımın daha kısa bir devre yapısında yol alacağı gibi bir düşünce yapısı içinde bulunduklarından, kısa devreyi basit elektrik devresi şeklinde tanımladıkları söylenebilir. Bu katılımcıların kısa devreyi, devrenin kısa olması, akımın kısa yol alması bunun için devrenin pil, lamba ve iletken telden oluşan basit elektrik devresi olması gerektiğini düşünerek sadece konuşma dilinde var olan sözcük anlamından yola çıkarak ifade ettikleri düşünülebilir.

Görüşme formunda yer alan üçüncü soru kapsamında formun ön uygulamasında kısa devre kavramına yönelik kavram yanlışlığına sahip katılımcıların, kısa devre kavramını açıklamada kullandıkları *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* ifadesinin bir diğer kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların çarpışan akımlar modeli olarak ifade edilen bu açıklamayı görüşme formunun ikinci sorusunda bir elektrik devresinin nasıl ışık vereceğini açıklamada kullandıkları, burada ise kısa devre kavramını açıklamada kullandıkları tespit edilmiştir. Formun ikinci sorusuna ilişkin uygulama öncesinde çarpışan akımlar modeline

sahip olan deney grubu katılımcılarının, uygulama sonunda hiçbirinde bu kavram yanlışlığına rastlanmadığı belirlenmiştir. Bu soru kapsamında da uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarından hiçbirinin kısa devreyi *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* ve *basit elektrik devresi* şeklinde ifade etmediği belirlenmiştir. Aynı zamanda yine görüşme formunun ikinci sorusu kapsamında uygulama öncesi çarpışan akımlar modelini bir elektrik devresinin nasıl ışık vereceğini açıklamada kullanan kontrol grubu katılımcılarının tamamına yakınının uygulama sonunda da aynı yanlışlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Görüşme formunun üçüncü sorusu kapsamında ise uygulama öncesinde kısa devreyi *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* kavram yanlışlığını kullanarak ifade eden kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tamamında uygulama sonunda da bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Bu anlamda farklı durumları açıklamada kullanılan çarpışan akımlar modeline ilişkin kavram yanlışlığının, deney ve kontrol grupları için her iki duruma yönelik uygulama sonrası sonuçlarının benzer olduğu söylenebilir. Bu bağlamda sorgulama temelli öğrenmenin çarpışan akımlar modelini gidermede etkili olduğu, geleneksel öğrenme yönteminin ise yeterince etkili olmadığı söylenebilir.

Uygulama öncesinde kısa devreyi *basit elektrik devresi* kavram yanlışlığını kullanarak ifade eden kontrol grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Bu durumda kısa devre kavramının basit elektrik devresi şeklinde açıklanmasına yönelik kavram yanlışlığını tamamen gidermede sorgulama temelli öğrenmenin etkili olduğu, geleneksel öğrenme yönteminin ise yetersiz kaldığı söylenebilir.

Görüşme formunda yer alan üçüncü soruya ilişkin formun ön uygulamasında katılımcıların kısa devre kavramına açıklamada *devreden akım geçmemesi* kavram yanlışlığını kullandıkları belirlenmiştir. Katılımcıların yaptıkları açıklamalara bakıldığında; genellikle bir cihazın çalışmamasının ya da ışığın yanmamasının sebebini kısa devre olarak düşündükleri, devrenin temelde kısa devre olmasının sebebini ise devrede akımın olmamasına bağladıkları söylenebilir. Bu durumda devrede ışık olmamasını ya da elektrikli cihazların çalışmamasını, devreden akım geçmediğinden kısa devre sonucunda gerçekleştiğini düşündükleri söylenebilir.

Bu araştırmada katılımcılarda bu kavram yanlışlığını ifade ederken, elektrik geçmeyeceğinden akım olmayacağı ve kısa devre olacağı gibi açıklamalara da rastlanmıştır. Bu açıklamalardan katılımcıların devreden elektrik geçtiği durumda akımın oluştuğunu düşündükleri söylenebilir. Benzer şekilde Çıldır ve Şen (2006) tarafından yapılan araştırmada da öğrencilerin, akımı elektriğin sonucunda oluştuğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bu açıdan

bakıldığında bu araştırmada katılımcıların lambanın yanmadığı ve elektrikli cihazların çalışmadığı durumlarda elektrik yoksa akımın da olmadığını dolayısıyla kısa devre olduğunu düşündükleri söylenebilir. Bu durumda katılımcıların lamba yandığında ya da elektrikli bir cihaz çalıştığı zaman bir akımın ortaya çıktığını, onun öncesinde devrede akım olmadığını düşündükleri ifade edilebilir. Dupin ve Johsua (1987)'da yapmış oldukları çalışmada katılımcıların büyük bir çoğunluğunun, akımın sadece kapalı devrelerde olduğunu belirttiklerini saptamışlardır.

Bu araştırmada elde edilen bu kavram yanlışlığının bir diğer sebebi olarak, genellikle akım, elektrik, güç gibi kavramların birbiri yerine kullanılması gösterilebilir. Katılımcıların bu araştırmada genellikle kısa devreyi bir devrenin çalışmaması ya da ışık vermemesi olarak tanımladıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda düşünüldüğünde genellikle günlük dilde bir devrenin ışık vermesi ya da cihazın çalışması elektriğin gitmiş olması ve olmaması şeklinde ifade edilebilmektedir. Duit ve von Rhöneck (1998)'de günlük konuşmada kullanılan elektrik, akım, direnç gibi kavramların, alana özgü kullanımındaki anlamlardan oldukça farklı olabildiğini ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında Arnold ve Millar (1987) tarafından yapılan araştırmada ise, öğrencilerin elektrik kavramını akım, güç ve enerji gibi kavramları içine alan geniş bir şemsiye kavram olarak gördüklerini ve bunlar arasında ayırım yapamadıklarını belirlemişlerdir. Bu açıdan düşünüldüğünde bu araştırmadaki katılımcıların da, akımı da elektrik ile aynı şeyi ifade eden kavram olarak ele aldıkları zaman bu durumda akım olmadığında devrenin kısa devre olduğunu ve ışık vermediğini ya da çalışmadığını düşündükleri söylenebilir.

Uygulama öncesinde kısa devreyi *devreden akım geçmemesi* kavram yanlışlığını kullanarak ifade eden deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 1'inde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının ise, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Bu durumda kısa devre kavramının *devreden akım geçmemesi* kavram yanlışlığı kullanılarak ifade edilmesini tamamen gidermede sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir.

Genel olarak bakıldığında kısa devre kavramına yönelik bu araştırmada çok çeşitli kavram yanlışlığı türleri belirlenmiştir. Uygulama öncesine göre kıyaslandığında, uygulama sonunda bir tek deney grubunda *zıt yönde gelen iki akımın çarpışması* ve *basit elektrik devresi* şeklinde ifade edilen kavram yanlışlıklarının tamamen giderildiği; diğer kavram yanlışlıklarının hem deney hem kontrol grubundaki katılımcılarda uygulama sonunda, uygulama öncesine

göre azalarak da olsa büyük ölçüde devam ettiği belirlenmiştir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, kısa devre kavramına ilişkin kavram yanlışlarının zor giderilebilen bir kavram yanlışlığı olduğu düşünülebilir. Alan yazında buna benzer çalışmalar mevcuttur. Demirezen ve Yağbasan (2013) tarafından yapılan çalışmada kısa devre ön yargısının tamamen ortadan kaldırılamadığı; fakat kontrol grubuna kıyasla büyük ölçüde değişim olduğu belirlenmiştir. Manunure ve diğerleri (2019) yapılan çalışmada ise kısa devre kavram yanlışlığının öğrencilerin zihninde çok güçlü olduğu, uygulanan ön test ve son test sonuçlarına göre deney grubunda ve kontrol grubunda öğretim sonrasında bile azalmadığı, hatta öğretim öncesine göre arttığı belirlenmiştir.

5.1.2.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Dördüncü Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan dördüncü soruya ilişkin formun ön uygulamasından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun soruya kavram yanlışlığı içermeyen doğru yanıtlar verdiği görülmüştür.

Soruya yanlış yanıt veren az sayıda katılımcının ise genel olarak açık devreyi, devrenin ışık vermesi durumu olarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Katılımcıların böyle bir açıklamada bulunmalarının sebebinin günlük yaşamda kullandıkları konuşma dilinden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü günlük yaşamda genellikle lambayı açmak demek, ışığın yanması ile eşdeğer olarak görülmektedir. Bu nedenle bu kavram yanlışlığına sahip katılımcılarda devrenin açık olması durumunun ışık veren, çalışan bir devre düşüncesine sebep olduğu söylenebilir.

Uygulama sonunda deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinde açık devre kavramına yönelik kavram yanlışlığına rastlanmadığı belirlenmiştir. Uygulama öncesinde açık devreyi devrenin ışık vermesi olarak açıklayan kontrol grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde ise bu açıklamaların benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Katılımcıların açık devre kavramını devrenin ışık vermesi olarak düşünmelerinin arkasında, açık devre kavramının günlük dilde katılımcılara ışığın açık olmasını çağrıştırdığının yer aldığı düşünüldüğünde bu soruda rastlanan kavram yanlışlığının nedeninin açık devre kavramına yönelik konuşma dilinde var olan karşılığın yüklenmesi olduğu söylenebilir. Bu durumda uygulama sonunda geleneksel öğrenme yönteminin, katılımcıların fen kavramlarını günlük konuşma dilinin ötesinde, alana yönelik bilimsel açıklamalar dâhilinde ele alınmasını sağlamada yetersiz kaldığı söylenebilir. Bu anlamda katılımcıların fen kavramlarını alana özgü bilimsel açıklamaları ile tutarlı olacak şekilde ele almalarını

sağlamada sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine göre daha etkili olduğu söylenebilir.

5.1.2.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Beşinci Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun beşinci sorusu kapsamında belirlenen kavram yanlışlarından biri, ampermetrenin devrede yer alan herhangi bir elemana paralel bağlandığında, o elemanı değil bütün devreyi kısa devre edeceği düşüncesine yöneliktir. Burada kavram yanlışına sahip katılımcıların açıklamalarından yola çıkarak, ampermetrenin iç direncinin çok küçük olduğunu ve devredeki elemana paralel bağlandığında onu kısa devre edeceğini aslında bildikleri; fakat bunu tüm devreye genelleyerek bir kavram yanlışlığı oluşturdukları söylenebilir. Uygulama öncesi bu kavram yanlışlığına sahip olan deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olan kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinde, uygulama sonunda bu kavram yanlışlığının giderilmediği ve benzer şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda ampermetrenin bağlı olduğu devre elemanını değil tüm devreyi kısa devre edeceğine yönelik kavram yanlışlığını gidermede sorgulama temelli öğrenmenin, geleneksel öğrenme yöntemine göre daha etkili olduğu, geleneksel öğrenme yönteminin ise bu kavram yanlışlığını tamamen ortadan kaldırmada etkili olmadığı söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun beşinci sorusu kapsamında belirlenen bir diğer kavram yanlışlığı ise elektrik devresinde yer alan ampermetre ve voltmetre gibi ölçü aletlerinin ikisinin de iç dirençlerinin sıfır olduğu düşüncesine yöneliktir. Genellikle günlük konuşma dilinde direnç kavramının kullanımı düşünüldüğünde, bir şeye engel olan bir şeyi zorlayan bir ifadeye karşılık geldiği söylenebilir. Bu bağlamda düşünüldüğünde, direnç denildiğinde katılımcıların ayrıca bir direnç elemanı bekledikleri, ölçüm için kullanılan ampermetre ve voltmetre gibi ölçüm araçlarının sadece ölçme aracılığı ile kullanıldığını düşünerek, onların ikisinin de iç direncinin sıfır olduğunu kabul ettikleri söylenebilir. Çıldır ve Şen (2006) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin iç direnç konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları ve öğrencilerin direnci akıma ters yönde uygulanan kuvvet olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada katılımcıların ayrıca bir direnç aradıklarını, ölçü aleti olarak adlandırılan voltmetre ve ampermetrenin kelime anlamı gibi sadece ölçme yapacağı ayrıca bir direnç işlevi görmeyeceği düşüncesi ile hareket ederek bunların iç dirençlerinin sıfır olduğuna yönelik birtakım açıklamalarda bulundukları söylenebilir.

Aynı zamanda bütün ölçü aletlerinin iç direncinin sıfır olduğunu belirten katılımcıların her iki ölçü aletinin de devreye seri bağlanması gerektiğini paralel bağlandığında kısa devre oluşturacağını belirttikleri görülmüştür. Burada katılımcıların bu durumu kısa devre ile karıştırdıkları söylenebilir. Çünkü genellikle kısa devre kavramı öğretilirken öğrencilere devre elemanına paralel olarak bağlanan bir iletken tel sunulmaktadır. Bu durumda öğrencilere paralel bağlanan telin direncinin çok düşük olduğu ve akımın oradan geçeceği için o telin bağlı bulunduğu devre elemanlarını kısa devre edeceği belirtilmektedir. Bu çalışmada katılımcıların bu nedenler ile direnci olmadığını kabul ettikleri bu ölçü aletlerinin paralel bağlanmaması gerektiğini düşündükleri söylenebilir. Shipstone (1984) ise yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin direnç kavramını dikkate alarak, devreye paralel bağlanan voltmetrenin devreyi kısa devre etmeyeceğine ve dolayısıyla voltmetreye yönelik değerleri okuyabildiklerine yönelik sonuçlara ulaşmıştır.

Uygulama öncesi bütün ölçü aletlerinin iç dirençlerinin sıfır olduğuna yönelik kavram yanlışlığı barındıran deney grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının tamamında, uygulama sonunda bu kavram yanlışlıklarının tamamen giderildiği belirlenmiştir. Uygulama öncesi bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubundaki 4 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde ise bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda bütün ölçü aletlerinin iç dirençlerinin sıfır olduğuna yönelik kavram yanlışlığını tamamen gidermede sorgulama temelli öğrenmenin etkili olduğu, geleneksel öğrenme yönteminin ise bu kavram yanlışlığını tamamen ortadan kaldırmada yetersiz olduğu söylenebilir.

5.1.2.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun Altıncı Sorusuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan son soruda katılımcılardan, ohm yasası kavramına değinmeleri; gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde açıklayarak kendilerine yöneltilen soruya doğru açıklamalar sunabilmeleri beklenmiştir. Fakat bu soruya yanıt veren katılımcıların bazılarının açıklamalarında kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir. Millar ve King (1993) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilere seri bağlı devrede yer alan iki dirençten birine voltmetre bağlandığında ve bu direncin değeri arttırıldığında voltmetrenin okuyacağı değerin sorulduğu soruya, öğrencilerin % 51'inin eksik kavramsal temellere dayandırdıkları açıklamalar ile doğru yanıt verdikleri belirlenmiştir.

Görüşme formunda yer alan altıncı soru kapsamında belirlenen ilk kavram yanlışlığı, seri bağlı devrede yer alan potansiyometrede yapılan değişikliğin diğer direncin uçları arasındaki potansiyel fark üzerinde herhangi bir etkisinin olmayacağına yöneliktir. Bu açıklamalara göre bu kavram yanlışlığına sahip katılımcıların, değişiklik sadece

potansiyometrede yapıldığından sadece onun bu değişiklikte etkileneceğine, devrede yer alan diğer değişkenlerde herhangi bir değişiklik yapılmadığından onlarda farklılık olmayacağına dolayısıyla R direncinin uçları arasındaki potansiyel farkın değişmeyeceğine yönelik açıklamalara sahip oldukları tespit edilmiştir. Katılımcıların bu açıklamaları daha detaylı incelendiğinde; devrenin herhangi bir yerinde bir değişiklik yapıldığında sadece değişiklik yapılan yerin değil, devrede yer alan tüm elemanların ondan etkileneceğine yönelik bir düşünceye sahip olmadıkları söylenebilir. Yani katılımcıların devreyi birbirine bağlı dinamik bir bütün olarak ele alamadıkları görülmektedir. Hâlbuki normal koşullar altında, bir elektrik devresinin belirli bir kısmında bir değişiklik yapıldığında bu durum, gerilimin yeniden dağıtılması, toplam akımın değişmesi gibi devrenin tamamında değişikliklere yol açacaktır (Cohen ve diğerleri, 1983). McDermott ve Shaffer (1992), değişiklik yapılan bir devrede öğrencilerin genellikle değişimin gerçekleştiği noktaya odaklandıkları ve bunun devrenin diğer noktalarında da değişikliğe yol açabileceğini göz ardı ettiklerini belirtmektedir. Duit ve von Rhöneck (1998), öğrencilerin dikkatlerini devrede bir noktaya odakladıkları ve başka yerlerde olanları göz ardı ettikleri açıklamalarının, *bölgesel akıl yürütmeyi* ifade ettiğini belirtmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bu kavram yanılgısını temsil eden bölgesel akıl yürütmenin belirlendiği başka çalışmaların da alan yazında mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak alan yazın tarandığında Demirezen ve Yağbasan (2013) ile Peşman ve Eryılmaz (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da bölgesel akıl yürütme modelinin varlığına ilişkin sonuçlar belirlenmiştir. Cohen ve diğerleri (1983)'de yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarında, pek çok öğrencinin devrenin bir bölümünde meydana gelen değişikliğin devrenin tamamını etkileyebileceği düşüncesinden uzak kalarak, bunun sadece yerel bir değişiklik olduğuna bağlı kaldıklarını göstermişlerdir. Afra ve diğerleri (2009) yaptıkları çalışmada, pilin sabit bir akım kaynağı olarak kabul etmenin, bölgesel akıl yürütmenin bir işareti olduğunu belirtmektedir. Duit ve von Rhöneck (1998)'de benzer olarak birçok öğrenci tarafından pilin sabit bir akım kaynağı olarak görülmesinin bir sonucu olarak, pilin bağlı bulunduğu devreden bağımsız bir şekilde sabit bir akım iletmesini de bölgesel akıl yürütmenin bir örneği olarak değerlendirilebileceğini ifade etmektedir. Bu açıklamalar ışığında, pil aslında sabit bir akım kaynağı değil de gerilim kaynağı olarak görülseydi devrede yer alan değişikliklere göre akımın da farklı şekilde dağılabileceği anlaşılabilirdi. Dolayısıyla bununla ilişkili olarak da, devrenin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiği ve herhangi bir yerinde gerçekleşen değişiklikte devrenin başka yerlerinde yer alan elemanların ve öğelerin de bundan etkilenebileceğine yönelik bir akıl yürütülebilirdi. Bölgesel akıl yürütmenin bir

diğer nedenine ilişkin, Cohen ve diğerleri (1983) özellikle birkaç farklı değişkende eşzamanlı bir değişim meydana geldiğinde, öğrencilerin tüm bunların işlevleri ile uğraşmaları gerektiğinde zorluk yaşadıklarından dolayı, muhtemelen böyle bir fenomen oluşturduklarını ifade etmiştir. Shipstone (1984) birçok durumda, bu tür bölgesel akıl yürütmenin sıralı akıl yürütme modelinin uygulamaları olarak yorumlanabileceğini belirtmektedir. Bu yönden değerlendirildiğinde, McDermott ve Shaffer (1992)'da yaptıkları çalışmada öğrencilerin devreyi ya birbirinden bağımsız olarak incelenen izole değişkenlerden ya da devre boyunca sırasıyla analiz edilebilecek bileşenlerden oluştuğu düşünülebilen bir yapıda algıladıkları, bu nedenle bütüncül düşünmek yerine bölgesel ya da sıralı olarak düşünmeye eğilimli olduklarını belirtmişlerdir. Bu araştırmada da katılımcıların bir tek potansiyometrede değişiklik yapıldığında diğer direncin ve akım gibi öğelerin değişiklikten etkilenmeyeceğini düşünmelerinde böyle bir durum söz konusu olabilir. Bu bağlamda katılımcıların devrede yer alan bu elemanların her birini kendi içinde bir bütün olarak diğerlerine etki etmeyen ve onlardan etkilenmeyen değişkenler olarak gördükleri düşünülebilir.

Uygulama öncesinde bölgesel akıl yürütme olarak bilinen kavram yanılgısına sahip olan deney grubundaki 8 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanılgısının devam ettiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki 7 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 5'inde aynı yanılgının devam ettiği saptanmıştır.

Görüşme formunda yer alan altıncı soru kapsamında belirlenen bir diğer kavram yanılgısında ise katılımcıların potansiyometreyi bir lamba olarak düşündükleri ve buna yönelik kavram yanılgısı içeren birtakım açıklamalarda bulundukları görülmüştür. Burada katılımcıların akım aynı olduğu için R direncinin uçları arasındaki potansiyel farkın değişmeyeceğini ve seri bağlı devrelerde akımın eşit paylaşılacağından dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkın da eşit olacağına yönelik açıklamalarda bulundukları belirlenmiştir. Kocakülâh ve Abacı (2017) tarafından yapılan araştırmada da devre üzerindeki akım değişmediği için potansiyel farkın da değişmeyeceğine yönelik bir kavram yanılgısı belirlenmiştir.

Katılımcıların bu açıklamalarında öncelikle akımın aynı olacağına yönelik ifadelerin var olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgısının, alan yazında pilin sabit bir akım kaynağı olarak görüldüğüne yönelik kavram yanılgısını içeren çalışmalar ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Heller ve Finley (1992) araştırmalarında yer alan 14 öğretmenden 13'ünün pilin her devreye sabit bir akım verdiğine yönelik bir kavram yanılgısına sahip olduklarını belirlemiştir. Küçüközer (2003) yaptığı çalışmada pilin devreye her zaman aynı akımı

sağladığına yönelik öğrenci görüşlerinin olduğunu belirlemiştir. Lee ve Law (2001)'ın öğrencilerle yaptıkları görüşmelerde öğretim sonrasında bile pilin akım kaynağı olduğuna ve sabit miktarda bir akım bıraktığına yönelik kavram yanlışlarına ulaşıldığı belirlenmiştir. Tüm bu çalışmalar ile tutarlı olacak şekilde Licht (1987) ve Shipstone ve diğerleri (1988) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da pilin sabit bir akım kaynağı olduğuna yönelik benzer bulguların tespit edildiği söylenebilir. Psillos ve diğerleri (1988)'de benzer şekilde; bazı öğrenciler tarafından pilin, akım ya da enerji gibi şeylerin toplandığı yer olarak düşünüldüğü belirleyerek, öğrencilerin pilin üzerinde yazan volt terimini de, pilin içinde yer aldığını düşündükleri akım ya da enerjinin miktarını tanımlamada ele aldıklarını saptamıştır. Benzer şekilde Aykutlu ve Şen (2012) yaptıkları çalışmada akımın pilde depo edildiğine yönelik kavram yanlışsı belirlemişlerdir. Dupin ve Johsua (1987), oldukça geniş çapta, farklı yaş gruplarından olan öğrencilerle yaptıkları araştırmalarının sonucunda, çok sayıda kişinin hangi devrede olursa olsun pilin sabit bir akım kaynağı olarak görüldüğüne yönelik kavram yanlışsına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Cohen ve diğerleri (1983) de yaptıkları çalışmada öğrencilerin üçte birinin pilin sağladığı akımın farklı devrelerde değişmediğine yönelik bir kavram yanlışsı barındırdığını belirlemişlerdir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan altıncı soruya ilişkin belirli bir katılımcı grubunun ise direnci ve potansiyometreyi lamba olarak kabul ederek açıklama yaptıkları tespit edilmiştir. Buna yönelik bu katılımcıların, direnç değerlerini göz ardı ettikleri ve devrede aynı akım olarak adlandırdıkları sabit bir akım olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bununla ilişkili olarak sabit akım olduğundan potansiyel farkın da sabit olacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Ardından bu akımın iki direnç yani lamba arasında eşit olarak paylaşıldığına yönelik açıklamalarda bulundukları belirlenmiştir. Pardhan ve Bano (2001), bir elektrik devresindeki toplam akımın, özdeş ampuller tarafından eşit olarak paylaşılacağını bu nedenle akımın korunmayacağını temsil eden kavram yanlışsını akımın *paylaşım modeli* olarak ifade etmiştir. Afra ve diğerleri (2009)'de yapmış olduğu çalışmada katılımcılarda rastladığı kavram yanlışlarından birinin de paylaşım modeline yönelik olduğunu belirlemiştir. Heller ve Finley (1992) yapmış oldukları çalışmada, statik akım modeli olarak tanımladıkları modele ilişkin önermelerden birini, sabit akımın teller boyunca devredeki tüm ampullere eşit olarak dağıldığını ifade ettikleri için, bu model hem seri hem paralel bağlı devrelerde lambaların her birinin aynı miktarda akım aldığı için tüm lambaların aynı parlaklıkta olduğu tahminine yol açtığını belirtmiştir. Aynı zamanda Heller ve Finley (1992) çalışmalarında, öğretmenlerden birinin çalışmada uygulanan ön testte yer alan soruları cevaplarken tutarlı olarak bu modeli kullandığını belirlemiştir. Shipstone (1984)'da yapmış olduğu çalışmada

örnek bir devrede belirli noktalarda akımın yönlerinin ve lambaların göreceli parlaklık durumlarının sorulduğu bir durumda öğrencilerden elde ettikleri açıklamalardan, akımın bir devrede yer alan bileşenler arasında paylaşıldığına, dolayısıyla lambaların özdeş olduğu bir devrede akımın tüm lambalar arasında paylaştırıldığına ve hepsinin aynı parlaklıkta olduğuna yönelik öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olduklarını belirlemiştir. Küçüközer (2003)'de çalışmasında, öğrencilerde devre elemanları tarafından akımın eşit bir şekilde paylaşıldığına yönelik kavram yanlışlığı belirlemiştir.

Uygulama öncesinde akımın paylaşım modeli olarak bilinen bu kavram yanlışlığına sahip olan deney grubundaki 3 sınıf öğretmeni adayının, uygulama sonunda 2'sinde bu kavram yanlışlığının devam ettiği tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenen kontrol grubundaki sınıf öğretmeni adaylarının hiçbirinde bu kavram yanlışlığının giderilemediği ve benzer açıklamalar ile devam ettiği saptanmıştır. Bu sonuca benzer şekilde Afra ve diğerleri (2009) de yapmış oldukları çalışmada paylaşım modelinin araştırma boyunca sürekli yeniden ortaya çıktığını ve bu kavram yanlışlığının, tek kutuplu ve zayıflayan akım modellerine nazaran değişime daha dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Lee ve Law (2001) tarafından yapılan çalışmada ise öğretim sonrasında bile paralel devrelerde akımın eşit parçalara bölündüğüne yönelik kavram yanlışlığına ulaşılmıştır.

Görüşme formunun bu sorusuna ilişkin ön uygulamadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, hiçbir katılımcı tarafından ohm yasasını kullanarak akım, direnç ve gerilim arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurarak açıklamalar sunulmadığı görülmüştür. Öğrencilerin derslerde genellikle ohm yasasına ilişkin teorik ve denklem içeren bilgileri edindikleri ve edindikleri bilgileri sadece problem durumları üzerinde matematiksel bir işlem olarak uyguladıkları söylenebilir. Frederiksen ve diğerleri (1999), genellikle nicel devre problemlerinin çözümüne yönelik bir vurgu yapıldığını ve kavramsal olarak devrede neler olduğuna yönelik akıl yürütmeye ilişkin bir kısıtlama olmasından dolayı öğrencilerin nedensel bir model ile denklemlerin altında yatan mekanizmayı anlayamamalarından, bu tür kavram yanlışlıklarına sahip olabileceklerini ifade etmektedir. Bu bağlamda düşünüldüğünde öğrencilerin kendilerine sunulan farklı bir durum içerisinde, ohm yasasına ilişkin var olan bağlantıları fark edemedikleri ve edindikleri bu teorik bilgileri ve denklemleri uygulamaya dökemedikleri söylenebilir. Bu nedenle uygulama öncesinde katılımcıların ohm yasasına dayanarak doğru açıklamalar sunamadıkları ve farklı kavram yanlışlıkları barındıran yanlış açıklamalarda bulundukları belirlenmiştir. Uygulama öncesine göre uygulama sonunda deney grubunda yer alan katılımcıların büyük bir çoğunluğunda bu kavram yanlışlığı barındıran

açıklamaların giderildiği, kontrol grubundaki katılımcıların ise tamamında bu kavram yanılgısını içeren benzer açıklamaların devam ettiği belirlenmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan son soru ile ilişkili olarak Frederiksen ve diğerleri (1999) seri bağlı bir devrede dirençlerden birinin değeri arttırıldığında diğerinin uçları arasındaki gerilimin azalacağını ve dolayısıyla akımın da azalacağını anlamalarının zor olmasının nedenlerinden birinin, sıralı akıl yürütme olduğunu ifade etmektedir. Duit ve von Rhöneck (1998) sıralı akıl yürütmede öğrencilerin bir devreyi akımın *önce* ve *sonra* şeklinde değerlendirdikleri yerlerden geçmesi açısından analiz ettiklerini ve öğrencilerin birçoğunun sıralı akıl yürütme sergilediğini belirtmiştir. Bu modelde meydana gelen değişikliklere ilişkin elde edilen bilgilerin sadece akımın aktığı yönde ilerletildiği varsayılmaktadır (Shipstone, 1984). Sıralı akıl yürütme modelini Shipstone (1988), bir devrede meydana gelen değişikliğin akım yönünde sadece ileriye doğru taşındığına yönelik olduğunu ifade ederek, bu kavram yanılgısının akımın korunması ile uyuşmayan bir inanış olduğunu belirtmiştir. Shipstone (1984) öğrencilerden elde ettiği açıklamalarda, öğrencilerin, elektron akışını dikkate alarak sadece *önce* bulunan bir değişken direncin, lamba üzerinde herhangi bir etkisi olduğu düşünülürken; *sonra* bulunan bir değişken direncin, lamba üzerinde hiçbir etkisi olmadığına yönelik bir kavram yanılgısına sahip oldukları belirlemiştir. Shipstone (1988), iki direncin ortasında yer alan lambanın parlaklık durumunun nasıl olacağına ilişkin sorulardan elde ettiği sonuçlarda öğrencilerin birçoğunun akımın geliş yönünü dikkate alarak, akımın geliş yönü üzerinde olan lambanın önünde duran direncin artmasının ya da azalmasının lambanın parlaklığını etkileyebileceğini; fakat lambanın arkasında yer alan dirençte meydana gelen bir değişikliğin lambanın parlaklığı üzerinde herhangi bir etkisi olmayacağına dair bir anlayışa sahip olduklarını belirlemiştir. Benzer şekilde Küçüközer (2003) devrede herhangi bir değişiklik yapıldığında, değişiklik yapılan yerin sonrasında yer alan elemanların bir tek o değişimden etkileneceğine yönelik kavram yanılgısını tespit etmiş olup, öğrencilerin iki direnç arasında yer alan lambanın parlaklığı öğrencilere sorulduğunda akımın geliş yönüne doğru olan direncin lambayı etkileyeceği lambanın arkasında yer alan diğer direncin lamba üzerinde etkisi olmayacağına yönelik görüş bildirdiklerini ifade etmiştir. Akım üzerine bu ardışık/sıralı akıl yürütme, akımın yönünün ve lambaların sırasının lamba parlaklığını etkilediği inancının temelini oluşturmaktadır (McDermott ve Shaffer, 1992). Sıralı modelde belirli bir noktada değişiklik yapıldığında akım daha önceden değil; ancak o noktaya ulaştığında yapılan değişiklikten etkilenmektedir (Shipstone, 1984). Heller ve Finley (1992) bu durumu benzer şekilde, pilden sabit bir akımın dışarı çıktığını ve akımın, bir kısmını tüketen bir lambaya ulaşana kadar azalmadığını ifade eden zamana bağlı bir önerme olarak dile getirmiştir. Sıralı

akıl yürütme kavramı; pilin sabit bir akım kaynağı olarak görülmesi ve diğer bölgesel akıl yürütme gibi kavramlar ile yakından ilişkilidir (Shipstone ve diğerleri, 1988). Benzer şekilde sıralı akıl yürütme modelinin rastlandığı diğer çalışmalar da alan yazında mevcuttur (Pardhan ve Bano, 2001; Peşman ve Eryılmaz, 2010).

Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan tüm sorulara yönelik uygulama sonunda elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde, deney grubunda yer alan katılımcıların neredeyse tamamına yakınında uygulama öncesi tespit edilen kavram yanlışlarının büyük ölçüde giderildiği sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulama öncesinde var olan kavram yanlışlarının bazılarının uygulama sonrasında az da olsa giderildiği; dolayısıyla uygulama öncesi saptanan kavram yanlışlarının büyük bir çoğunluğunun benzer şekilde uygulama sonrasında da devam ettiği belirlenmiştir. Bu durumda deney grubundaki katılımcıların çoğunluğunun uygulama öncesi kavram yanlışlarını barındıran açıklamalarının, uygulama sonunda bilimsel sayılabilecek doğru açıklamalara yöneldiği belirlenmiştir. Bu bağlamda katılımcıların kavram yanlışlarını gidermede, sorgulama temelli öğrenmenin geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen nitel bulgular ışığında aynı zamanda, deney grubundaki kavram yanlışlarının uygulama öncesine göre, kontrol grubuna kıyasla uygulama sonunda daha büyük bir ölçüde giderildiği, kontrol grubundaki kavram yanlışlarının da uygulama öncesine göre uygulama sonunda giderildiği; fakat bunun deney grubunda olduğu kadar büyük bir düzeyde olmadığı söylenebilir. Görüşme formunda her soru kapsamında belirlenen hemen hemen her kavram yanlışının uygulama sonunda deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha büyük bir düzeyde azalma içerisinde olduğu söylenebilir. Bu anlamda değerlendirildiğinde bazı kavram yanlışlarının giderilmesinde, hem geleneksel öğrenme yönteminin hem de sorgulama temelli öğrenmenin etkili olduğu görülmesine rağmen, sorgulama temelli öğrenmenin çok daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Bazı kavram yanlışlarını tamamen ortadan kaldırmada, sorgulama temelli öğrenmenin etkili olduğu belirlenirken; buna karşılık geleneksel öğrenme yönteminin, herhangi bir kavram yanlışını tamamen ortadan kaldıracabildiğine yönelik bir sonuca rastlanmamıştır.

5.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular sorgulama temelli öğrenmenin olumlu etkileri olduğuna yönelik sonuçlar ortaya koymaktadır. Derslerin geleneksel öğrenme yöntemi yerine, sorgulama temelli öğrenmeye dayalı olarak işlenmesinin, öğrencilerin konu ile ilgili kavram

yanılgılarını ortadan kaldıracığı gibi, bu konu ile ilişkili olan ünitelerde de öğrencilerin yeni bilimsel kavramlar oluşturmalarını sağlayacağından eğitim sistemimiz içerisinde daha sık yer alması gerektiği önerilebilir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2018) amaçlarından biri de bilimsel süreç becerileri gelişmiş öğrenciler yetiştirmektir. Araştırma bulguları sorgulama temelli öğrenmenin, sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan hedeflere ulaşılmasında da derslerin daha yoğun bir şekilde sorgulamalı işlenmesi önerilebilir.

Aynı zamanda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) müfredatı sorgulamaya dayalı öğrenmeyi teşvik etmektedir. Ancak öğretmenlerin büyük bir bölümü sorgulamaya dayalı öğrenme hakkında deneyime sahip değildir. Lisans düzeyinde bu tip uygulamalar yapılarak öğretmen adaylarının sorgulama temelli öğrenmeye yönelik bilgi ve deneyim kazanması sağlanabilir.

Araştırmanın uygulama sürecinde sınıf öğretmeni adaylarına araştırmacı tarafından belirli sayıda etkinlik kapsamında bir uygulama yaptırılmıştır. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda katılımcıların daha çeşitli ve farklı problem durumlarının yer aldığı alternatif etkinlikler ile uygulamada bulunmaları sağlanabilir.

Bu araştırmanın basit elektrik devresi konu ve kavramlarına yönelik olarak gerçekleştirildiği düşünüldüğünde, bundan sonraki çalışmalar, diğer fen konu ve kavramlarını da kapsayacak şekilde genişletilerek ele alınabilir.

Bu çalışmada rehberli sorgulama kullanılmış olup, bundan sonra gerçekleştirilecek çalışmalarda sorgulama temelli öğrenmenin, rehberli sorgulamadan farklı bir basamakta ele alınması ile bu değişkenlere ya da farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi yoluna gidilebilir.

Araştırma 6 haftalık bir süre ile sınırlı tutulmuş olup bundan sonraki çalışmalarda, daha uzun vadeli bir araştırma sürdürülerek, sorgulama temelli öğrenmenin belirlenen değişkenler üzerindeki etkisinin daha net olarak belirlenmesi sağlanabilir.

Sorgulama temelli öğrenmenin çeşitli değişkenler üzerindeki etkisi, daha geniş çalışma grupları üzerinde gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında ele alınarak, elde edilen sonuçların genellenebilirliğinin artırılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Abdi, A. (2014). The effect of inquiry-based learning method on students' academic achievement in science course. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37-41. doi: 10.13189/ujer.2014.020104
- Abraham, M. R. (2005). Inquiry and the learning cycle approach. N. J. Pienta, M. M. Cooper ve T. J. Greenbowe (Ed.), *Chemists' guide to effective teaching* (s. 41–52) içinde. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Abruscato, J. (2001). *Teaching children science: Discovery methods for the elementary and middle grades*. Boston: Allyn and Bacon.
- Abungu, H. E., Okere, M. I. O. ve Wachanga, S. W. (2014). The effect of science process skills teaching approach on secondary school students' achievement in chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Educational and Social Research*, 4(6), 359-372. doi: 10.5901/jesr.2014.v4n6p359
- Adams, C. M. ve Callahan, C. M. (1995). The reliability and validity of a performance task for evaluating science process skills. *Gifted Child Quarterly*, 39(1), 14-20. doi: 10.1177/001698629503900103
- Af'idayani, N., Setiadi, I. ve Fahmi, F. (2018). The effect of inquiry model on science process skills and learning outcomes. *European Journal of Education Studies*, 4(12), 177-182. doi: 10.5281/zenodo.1344846
- Afra, N. C., Osta, I. ve Zoubair, W. (2009). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 103-132. doi: 10.1007/s10763-007-9106-7
- Aiello- Nicosia, M. L., Sperandeo- Mineo, R. M. ve Valenza, M. A. (1984). The relationship between science process abilities of teachers and science achievement of students: An experimental study. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(8), 853-858. doi: 10.1002/tea.3660210809
- 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.

- Akerson, V. L., Hanson, D. L. ve Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K–6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 751-772. doi: 10.1007/s10972-007-9065-4
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7 sınıf fizik ünitesi örneği* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aktamış, H. ve Şahin-Pekmez, E. (2011). Fen ve teknoloji dersine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeği geliştirme çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 192-205.
- Aktamış, H. ve Yenice, N. (2010). Determination of the science process skills and critical thinking skill levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3282-3288. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.502
- Alake-Tuenter, E., Biemans, H. J. A., Tobi, H., Wals, A. E. J., Oosterheert, I. ve Mulder, M. (2012). Inquiry-based science education competencies of primary school teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2609-2640. doi: 10.1080/09500693.2012.669076
- Alberta Learning. (2004). *Focus on inquiry: A teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Edmonton, Alberta, Canada: Alberta Learning, Learning and Teaching Resources Branch.
- Almuntasheri, S., Gillies, R. M. ve Wright, T. (2016). The effectiveness of a guided inquiry-based, teachers' professional development programme on Saudi students' understanding of density. *Science Education International*, 27(1), 16-39.
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12, 600-614. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.02.074
- Ano, M. L. (2002). Mastery of science process skills and their effective use in the teaching of science: an educology of science education in the Nigerian context. *International Journal of Educology*, 16(1), 11-30.
- Annisa, D. ve Rohaeti, E. (2018). The effect of inquiry-based learning on students' understanding of the chemical equilibrium concept. *AIP Conference Proceedings*, 2021, 080004-1-080004-7. doi: 10.1063/1.5062823

- Appleton, K. ve Asoko, H. (1996). A case study of a teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education*, 80(2), 165-180. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199604)80:2<165::AID-SCE3>3.0.CO;2-E
- Arantika, J., Saputro, S. ve Mulyani, S. (2019). Effectiveness of guided inquiry-based module to improve science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 042019, 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1157/4/042019
- Arnaudin, M. W. ve Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross- age study. *Science Education*, 69(5), 721-733. doi: 10.1002/sce.3730690513
- Arnold, M. ve Millar, R. (1987). Being constructive: an alternative approach to the teaching of introductory ideas in electricity. *International Journal of Science Education*, 9(5) 553-563. doi: 10.1080/0950069870090505
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C. ve Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686. doi: 10.1080/09500693.2012.680618
- Asami, N., King, J. ve Monk, M. (2000). Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits. *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 141-154. doi: 10.1080/713694979
- Ash, D. (1999). The process skills of inquiry. *Foundations, A monograph for professionals in science, mathematics, and technology education: Inquiry, thoughts, views and strategies for the K-5 classroom* (Sayı 2, s. 51-62) içinde. Washington, DC: National Science Foundation.
- Athuman, J. J. (2017). Comparing the effectiveness of an inquiry-based approach to that of conventional style of teaching in the development of students' science process skills. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(8), 1797-1816.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Aydoğdu, B. ve Buldur, S. (2013). Sınıf ğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(4), 520-534. doi: dx.doi.org/10.5578/keg.6713
- Aykutlu, I. ve şen, A. İ. (2012).  aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise ğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Bada, S. O. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. doi: 10.9790/7388-05616670
- Baker, D. R. ve Piburn, M. (1991). Process skills acquisition, cognitive growth, and attitude change of ninth grade students in a scientific literacy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(5), 423-436. doi: 10.1002/tea.3660280506
- Balfakih, N. M. (2010). The assessment of the UAE's in-service and pre-service elementary science teachers in the integrated science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3711-3715. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.577
- Banchi, H. ve Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Basaga, H., Geban, . ve Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32. doi: 10.1016/0307-4412(94)90163-5
- Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ve psikolojide lme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: Pegem Akademi.
- Beaumont-Walters, Y. ve Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133-145. doi: 10.1080/02635140120087687
- Bell, R. L., Smetana, L. ve Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878. doi: 10.1021/ed063p873

- Boopathiraj, C. ve Chellamani, K. (2013). Analysis of test items on difficulty level and discrimination index in the test for research in education. *International Journal of Social Science & Interdisciplinary Research*, 2(2), 189-193.
- Bowen, C. W. ve Bunce, D. M. (1997). Testing for conceptual understanding in general chemistry. *The Chemical Educator*, 2(2), 1-17. doi: 10.1007/s00897970118a
- Brown, D. E. ve Clement, J. (1987). Misconceptions concerning Newton's law of action and reaction: The underestimated importance of the third law. J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (Sayı 3, s. 39-53) içinde. Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Brown, T. R., Slater, T. F. ve Adams, J. P. (1998). Gender differences with batteries and bulbs. *The Physics Teacher*, 36(9), 526-527. doi: 10.1119/1.880126
- Buck, L. B., Bretz, S. L. ve Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Bunterm, T., Lee, K., Lan Kong, J. N., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattavongsa, J. ve Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937-1959. doi: 10.1080/09500693.2014.886347
- Burns, J. C., Okey, J. R. ve Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177. doi: 10.1002/tea.3660220208
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (21. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cairns, D. (2019). Investigating the relationship between instructional practices and science achievement in an inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2113-2135. doi: 10.1080/09500693.2019.1660927
- Cairns, D. ve Areepattamannil, S. (2019). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1-23. doi: 10.1007/s11165-017-9639-x

- Caleon, I. ve Subramaniam, R. (2010a). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961. doi: 10.1080/09500690902890130
- Caleon, I. S. ve Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313-337. doi: 10.1007/s11165-009-9122-4
- Campbell, D. T. ve Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. N. L. Gage (Ed.), *Handbook of research on teaching*. A Project of The American Educational Research Association (s. 171-246) içinde. Chicago: Rand McNally & Company.
- Capps D. K. ve Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based professional development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science?. *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978. doi: 10.1080/09500693.2012.760209
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13-19. doi: 10.1016/S0193-3973(99)00046-5
- Carin, A. A. ve Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry* (Ninth Edition). Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Cataloglu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI)*. (Unpublished Doctoral Dissertation). The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Cetin-Dindar, A. ve Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 600-604. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.03.147
- Chabalengula, V. M., Mumba, F. ve Mbewe, S. (2012). How pre-service teachers' understand and perform science process skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(3), 167-176. doi: 10.12973/eurasia.2012.832a
- Chambers, S. K. ve Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X

- Chang, C. Y. ve Mao, S. L. (1998). The effects of an inquiry-based instructional method on Earth science students' achievement. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED418858).
- Chen, C. H. ve Chen, C. Y. (2012). Instructional approaches on science performance, attitude and inquiry ability in a computer-supported collaborative learning environment. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(1), 113-122.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. ve de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27-43. doi: 10.1016/0959-4752(94)90017-5
- Chiappetta, E. L. (1997). Inquiry-based science: Strategies and techniques for encouraging inquiry in the classroom. *The Science Teacher*, 64(7), 22-26.
- Chiappetta, E. L. ve Adams, A. D. (2004). Inquiry-based instruction: Understanding how content and process go hand-in-hand with school science. *The Science Teacher*, 71(2), 46-50.
- Chiappetta, E. L., Koballa, T. R. ve Collette, A. T. (1998). *Science instruction in the middle and secondary schools* (Fourth Edition). Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M. ve Lee, C. W. Y. (2017). *21st century skills development through inquiry-based learning: From theory to practice*. Singapore: Springer Nature.
- Clement, J., Brown, D. E. ve Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11(5), 554-565. doi: 10.1080/0950069890110507
- Coffman, T. (2012). *Using inquiry in the classroom: Developing creative thinkers and information literate students* (Second Edition). Lanham, New York, Toronto, Plymouth, UK: Rowman & Littlefield Education.
- Cohen, R., Eylon, B. ve Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412. doi: 10.1119/1.13226
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.

- Colburn, A. ve Clough, M. P. (1997). Implementing the learning cycle: A gradual transition to a new teaching approach. *The Science Teacher*, 64(5), 30–33.
- Cosgrove, M. (1995). A study of science- in- the- making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295-310. doi: 10.1080/0950069950170303
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937. doi: 10.1002/1098-2736(200011)37:9<916::AID-TEA4>3.0.CO;2-2
- Crocker, L. ve Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Orlando, Florida: Holt, Rinehart, and Winston, Inc.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. ve Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337–357. doi: 10.1002/tea.20053
- Çelik, P. (2013). *Probleme dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının fizik dersi başarısı, öğrenme yaklaşımları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Çıldır, I. ve Şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 92-101.
- Damnjanovic, A. (1999). Attitudes toward inquiry- based teaching: Differences between preservice and in- service teachers. *School Science and Mathematics*, 99(2), 71-76. doi: 10.1111/j.1949-8594.1999.tb17450.x
- Darmofal, D. L., Soderholm, D. H. ve Brodeur, D. R. (2002, Kasım). *Using concept maps and concept questions to enhance conceptual understanding*. 32nd Annual ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Vol. 3, pp. T3A-1-T3A-6, 6-9 November 2002, Boston, MA.
- de Jong, T. (2006). Computer simulations: Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(5773), 532-533. doi: 10.1126/science.1127750
- Demirezen, S. ve Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 132-151.

- Dillashaw, G. F. ve Okey, J. R. (1980). Test of the integrated science process skills for secondary science students. *Science Education*, 64(5), 601-608. doi:10.1002/sce.3730640506
- Dostál, J. (2015). The definition of the term "inquiry-based instruction". *International Journal of Instruction*, 8(2), 69-82. doi: 10.12973/iji.2015.826a
- Downing, J. E. ve Filer, J. D. (1999). Science process skills and attitudes of preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 11(2), 57-64. doi: 10.1007/BF03173838
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101. doi: 10.1080/0140528810030109.
- Driver, R. ve Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61-84. doi: 10.1080/03057267808559857
- Duffy, T. M. ve Raymer, P. L. (2010). A practical guide and a constructivist rationale for inquiry based learning. *Educational Technology*, 50(4), 3-15.
- Duit R. ve von Rhöneck, C. (1998). Learning and understanding key concepts of electricity. A. Tiberghien, E. L. Jossem ve J. Barojas, *Connecting research in physics education with teacher education*. International Commission on Physics Education (ICPE).
- Duit, R. ve Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. doi: 10.1080/09500690305016
- Dupin, J. J. ve Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9), 791-806. doi: 10.1002/tea.3660240903
- Ebel, R. L. ve Frisbie, D. A. (1986). *Essentials of educational measurement* (Fourth Edition). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N. ve Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450. doi: 10.1080/10508406.1999.9672075

- Eick, C. J. ve Reed, C. J. (2001). What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice. *Science Education*, 86(3), 401-416. doi: 10.1002/sce.10020
- Ekiz, D. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri: Yaklaşım, yöntem ve teknikler* (Gözden geçirilmiş 6. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Engelhardt, P. V. (1997). *Examining students' understanding of electrical circuits through multiple-choice testing and interviews* (Unpublished Doctoral Dissertation) North Carolina State University, North Carolina.
- Engelhardt, P. V. ve Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115. doi: 10.1119/1.1614813
- Ergül, R., Şimşekli, Y., Çalış, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, Ş. ve 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. (2016). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme-I: Temel kavramlar ve işlemler* (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Evans, J. (1978). Teaching electricity with batteries and bulbs. *The Physics Teacher*, 16, 15-22. doi: 10.1119/1.2339794
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., Chang, H. Y., Chang, W. H., Wu, H. K. ve Chen, C. M. (2016). Investigating the effects of structured and guided inquiry on students' development of conceptual knowledge and inquiry abilities: a case study in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 38(12), 1945-1971. doi: 10.1080/09500693.2016.1220688
- Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 53-62. doi: 10.1002/tea.3660220105
- Fogleman, J., McNeill, K. L. ve Krajcik, J. (2011). Examining the effect of teachers' adaptations of a middle school science inquiry- oriented curriculum unit on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 149-169. doi: 10.1002/tea.20399

- Frederiksen, J. R., White, B. Y. ve Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199909)36:7<806::AID-TEA5>3.0.CO;2-2
- Fredette, N. H. ve Clement, J. J. (1981). Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean?. *Journal of College Science Teaching*, 10(5), 280-285.
- Fredette, N. ve Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *Physics Teacher*, 18(3), 194–198. doi: 10.1119/1.2340470
- Gaigher, E. (2014). Questions about answers: Probing teachers' awareness and planned remediation of learners' misconceptions about electric circuits. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), 176-187. doi: 10.1080/10288457.2014.925268
- Gavalcante, P. S., Newton, D. P. ve Newton, L. D. (1997). The effect of various kinds of lesson on conceptual understanding in science. *Research in Science & Technological Education*, 15(2), 185-193. doi: 10.1080/0263514970150205
- Germann, P. J. (1989). Directed- inquiry approach to learning science process skills: treatment effects and aptitude- treatment interactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(3), 237-250. doi: 10.1002/tea.3660260305
- Germann, P. J., Aram, R., Odom, A. L. ve Burke, G. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192–201. doi: 10.1111/j.1949-8594.1996.tb10224.x
- Gijlers, H. ve de Jong, T. (2005). The relation between prior knowledge and students' collaborative discovery learning processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 264-282. doi: 10.1002/tea.20056
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. ve Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633. doi: 10.1002/sce.3730660412
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. ve Armstrong, N. (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. doi:10.20429/ijso.2009.030216

- Green, W. J., Elliott, C. ve Cummins, R. H. (2004). "Prompted" inquiry-based learning in the introductory chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81(2), 239-241. doi: 10.1021/ed081p239
- Gumilar, R. P., Wardani, S. ve Lisdiana, L. (2019). The implementation of guided inquiry learning models on the concept mastery, scientific attitude, and science process skill. *Journal of Primary Education*, 8(5), 148-154. doi: 10.15294/jpe.v9i2.29256
- Güler, N. (2015). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (8. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 129-144. doi: 10.1080/09695949993044
- Harlen, W. (2000). *Teaching, learning and assessing science 5-12* (3rd edition). London: Paul Chapman Publishing.
- Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1(1), 5-19.
- Haryadi, R. ve Pujiastuti, H. (2019). Discovery learning based on natural phenomena to improve students' science process skills. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(2), 183-192. doi: 10.21009/1.05214
- Heller, P. M. ve Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275. doi: 10.1002/tea.3660290306
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15(2), 92-105. doi: 10.1088/0031-9120/15/2/308
- Heng, C. K. ve Karpudewan, M. (2017). Facilitating primary school students' understanding of water cycle through guided inquiry-based learning. M. Karpudewan, A. N. Md Zain, A. L. Chandrasegaran (Ed.), *Overcoming students' misconceptions in science: Strategies and perspectives from Malaysia* (s. 29-49). Singapore: Springer Nature.
- Hestenes, D. ve Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33(8), 502-506. doi: 10.1119/1.2344278

- Hewson, P. W. ve Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11(5), 541-553. doi: 10.1080/0950069890110506
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty- first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. doi: 10.1002/sce.10106
- Holt, L. C. ve Kysilka, M. (2006). *Instructional patterns: Strategies for maximizing student learning*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Hussain, N. H., Latiff, L. A. ve Yahaya, N. (2012). Alternative conception about open and short circuit concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 466-473. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.678
- Huyugüzel-Çavaş, P. (2004). *İlköğretim fen bilgisi dersinde yer alan yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesinin öğrenme döngüsüne göre işlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, İzmir
- Huziak, T. L. (2003). *Verbal and social interaction patterns among elementary students during self-guided "I Wonder Projects"* (Doctoral Dissertation). The Ohio State University, United States.
- Jack, G. U. (2013). The influence of identified student and school variables on students' science process skills acquisition. *Journal of Education and Practice*, 4(5), 16-23.
- Jalil, S., Herman, Sidin Ali, M. ve Haris, A. (2018). Development and validation of science process skills instrument in physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1), 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012203
- Jimoyiannis, A. ve Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392. doi: 10.1023/A:1025457116654
- Johsua, S. (1984). Students' interpretation of simple electrical diagrams. *European Journal of Science Education*, 6(3), 271-275. doi: 10.1080/0140528840060308
- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*, 31(9), 28-33.

- Joy, W. M., Dinah, S. C., Opara, M. F. C. ve Momanyi, L. O. (2017). Fostering students' learning in the 21st century: Effect of inquiry-based learning on students' achievement of science process skills in biology subject. *African Journal of Education, Science and Technology*, 4(2), 137-145.
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S. ve Sammon, S. (2007). Inquiry in higher education: Reflections and directions on course design and teaching methods. *Innovative Higher Education*, 31(4), 201-214. doi: 10.1007/s10755-006-9021-9
- Kaiser, I. Mayer, J. ve Malai, D. (2018). Self-generation in the context of inquiry-based learning. *Frontiers in Psychology*, 9, 2440. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02440
- Kaltakci-Gürel, D., Eryılmaz, A. ve McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989-1008. doi: 10.12973/eurasia.2015.1369a
- Kanlı, U. (2007). *7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Karasar, N. (2002). *Bilimsel araştırma yöntemi* (11. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kazeni, M. M. M. (2005). *Development and validation of a test of integrated science process skills for the further education and training learners* (Unpublished Master Thesis), University Of Pretoria, Pretoria, South Africa.
- Keil, C., Haney, J. ve Zoffel, J. (2009). Improvements in student achievement and science process skills using environmental health science problem-based learning curricula. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1), 1-18.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921. doi: 10.1002/tea.10115
- Keys, C. W. ve Bryan, L. A. (2001). Co- constructing inquiry- based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645. doi: 10.1002/tea.1023

- Khan, M. ve Iqbal, M. Z. (2011). Effect of inquiry lab teaching method on the development of scientific skills through the teaching of Biology in Pakistan. *Language in India*, 11(1), 169-178.
- Kirbulut, Z. D. ve Geban, Ö. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 509-521. doi: 10.12973/eurasia.2014.1128a
- Kirbulut, Z. D., Geban, Ö. ve Beeth, ME. (2010, July). *Development of a three-tier multiple-choice diagnostic instrument to evaluate students' understanding of states of matter*. Paper presented at the 10th European Conference on Research in Chemistry Education (ECRICE), 4-7 July 2010, Krakow, Poland.
- Kocakulah, M. S. ve Abacı, B. (2017). Son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının potansiyel fark konusundaki kavram yanlışları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 155-163. doi: 10.25092/baunfbed.366219
- Koksal, E. A. ve Berberoglu, G. (2014). The effect of guided-inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills, and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 36(1), 66-78. doi: 10.1080/09500693.2012.721942
- Kruea-In, C., Kruea-In, N. ve Fakcharoenphol, W. (2015). A study of Thai in-service and pre-service science teachers' understanding of science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 993-997.
- Kubicek, J. (2005). Inquiry-based learning, the nature of science, and computer technology: New possibilities in science education. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 31(1). doi: 10.21432/T29C77
- Kubiszyn, T. ve Borich, G. D. (2013). *Educational testing and measurement: Classroom application and practice* (Tenth Edition). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc.
- Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.
- Lati, W., Supasorn, S. ve Promarak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction rates. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471-4475. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.279

- Lawson, A. E. ve Thompson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 733-746. doi: 10.1002/tea.3660250904
- Lazarowitz, R. ve Huppert, J. (1993). Science process skills of 10th-grade biology students in a computer-assisted learning setting. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3), 366-382. doi: 10.1080/08886504.1993.10782057
- Lee, Y. ve Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education*, 23(2), 111-149. doi:10.1080/09500690119851
- Leonard, W. H. ve Penick, J. E. (2009). Is the inquiry real? Working definitions of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher*, 76(5), 40-43.
- Liampa, V., Malandrakis, G. N., Papadopoulou, P. ve Pnevmatikos, D. (2019). Development and evaluation of a three-tier diagnostic test to assess undergraduate primary teachers' understanding of ecological footprint. *Research in Science Education*, 49(3), 711-736. doi: 10.1007/s11165-017-9643-1
- Libarkin, J. C. ve Kurdziel, J. P. (2001). Research methodologies in science education: Assessing students' alternative conceptions. *Journal of Geoscience Education*, 49(4), 378-383.
- Licht, P. (1987). A strategy to deal with conceptual and reasoning problems in introductory electricity education. J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (Sayı 2, s. 275-284) içinde. Ithaca, NY: Cornell University.
- Lin, J. W. (2016). Development and evaluation of the diagnostic power for a computer-based two-tier assessment. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 497-511. doi: 10.1007/s10956-016-9609-5
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within: Implementing inquiry-based science standards*. Thousands Oaks, California: Corwin Press.
- Loh, A. S. L., Subramaniam, R. ve Tan, K. C. D. (2014). Exploring students' understanding of electrochemical cells using an enhanced two-tier diagnostic instrument. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 229-250. doi: 10.1080/02635143.2014.916669

- 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* (Doctoral Dissertation). Western Connecticut State University, Danbury.
- Loyens, S. M. M. ve Gijbels, D. (2008). Understanding the effects of constructivist learning environments: Introducing a multi-directional approach. *Instructional Science*, 36(5-6), 351-357. doi: 10.1007/s11251-008-9059-4
- Maaß, K. ve Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 779-795. doi: 10.1007/s11858-013-0528-0
- Mackay, J. ve Hobden, P. (2012). Using circuit and wiring diagrams to identify students' preconceived ideas about basic electric circuits. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 16(2), 131-144. doi: 10.1080/10288457.2012.10740735
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J. ve Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23. doi: 10.1119/1.1371296
- Manunure, K., Delserieys, A. ve Castéra, J. (2019). The effects of combining simulations and laboratory experiments on Zimbabwean students' conceptual understanding of electric circuits. *Research in Science & Technological Education*, 1-19. doi: 10.1080/02635143.2019.1629407
- Mao, S. L., Chang, C. Y. ve Barufaldi, J. P. (1998). Inquiry teaching and its effects on secondary-school students' learning of earth science concepts. *Journal of Geoscience Education*, 46(4), 363-367. doi: 10.5408/1089-9995-46.4.363
- Marchionda, H. (2006). *Preservice teachers' procedural and conceptual understanding of fractions and the effects of inquiry-based learning on this understanding* (Unpublished Doctoral Dissertation). Clemson University, South Carolina.
- Marlowe, B. A. ve Page, M. L. (1998). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.
- Martin, D. J. (2003). *Elementary science methods: A constructivist approach* (3rd edition). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.

- Martin, R., Sexton, C. ve Gerlovich, J. (2001). *Teaching science for all children* (Third Edition). Boston: Allyn and Bacon.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- Mattheis, F. E. ve Nakayama, G. (1988). *Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding of science knowledge in middle grades students* (ERIC Document Reproduction Service No. ED307148).
- Maxwell, D. O., Lambeth, D. T. ve 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).
- McBurney, D. H. ve White, T. L. (2009). *Research methods* (Eight Edition). Belmont, California: WadsWorth Cengage Learning,
- McDermott, L. C. ve Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994-1003. doi: 10.1119/1.17003
- McLeod, R. J., Berkheimer, G. D., Fyffe, D. W. ve Robison, R. W. (1975). The development of criterion-validated test items for four integrated science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(4), 415-421. doi: 10.1002/tea.3660120413
- Milenković, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D. ve Horvat, S. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1514-1520. doi: 10.1021/acs.jchemed.6b00261
- Miles, E. (2010). *In-service elementary teachers' familiarity, interest, conceptual knowledge, and performance on science process skills* (Unpublished Master Theses). Southern Illinois University Carbondale, USA.
- Millar, R. ve King, T. (1993). Students' understanding of voltage in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15(3), 339-349. doi: 10.1080/0950069930150310
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara.

- Mintzes, J. J. (1984). Naive theories in Biology: Children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics*, 84(7), 548-555. doi: 10.1111/j.1949-8594.1984.tb10179.x
- Molitor, L. L. ve George, K. D. (1976). Development of a test of science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(5), 405-412. doi: 10.1002/tea.3660130504
- Monhardt, L. ve Monhardt, R. (2006). Creating a context for the learning of science process skills through picture books. *Early Childhood Education Journal*, 34(1), 67-71. doi: 10.1007/s10643-006-0108-9
- Moodley, K. (2013). *The relationship between teachers' ideas about teaching electricity and their awareness of learners' misconceptions* (Unpublished M. Ed. Dissertation). University of Pretoria, Pretoria.
- Moodley, K. ve Gaigher, E. (2019). Teaching electric circuits: Teachers' perceptions and learners' misconceptions. *Research in Science Education*, 49(1), 73-89. doi: 10.1007/s11165-017-9615-5
- Morrison, J. A. ve Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education*, 87(6), 849-867. doi: 10.1002/sce.10092
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change?. *Science & Education*, 4(3), 267-285. doi: 10.1007/BF00486624
- Mulyeni, T., Jamaris, M. ve Supriyati, Y. (2019). Improving basic science process skills through inquiry-based approach in learning science for early elementary students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 187-201. doi: 10.12973/tused.10274a
- National Research Council [NRC] (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC] (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nivalainen, V., Asikainen, M. A. ve Hirvonen, P. E. (2013). Open guided inquiry laboratory in physics teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 449-474. doi: 10.1007/s10972-012-9316-x

- Nopparatjamjomras, S., Kalaya, T. ve Nopparatjamjomras, T. R. (2018). 7th Graders' understanding of a fire caused by an electrical short circuit. *Journal of Physics: Conference Series*, 1144, 1-4. doi: 10.1088/1742-6596/1144/1/012123
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571. doi: 10.1002/sce.10032
- Novak, J. D. ve Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Nunaki, J. H., Damopolii, I., Kandowangko, N. Y. ve Nusantara, E. (2019). The effectiveness of inquiry-based learning to train the students' metacognitive skills based on gender differences. *International Journal of Instruction*, 12(2), 505-516. doi: 10.29333/iji.2019.12232a
- Nunnally, Jum C. (1978). *Psychometric theory* (Second Edition). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Nworgu, L. N. ve Otum, V. V. (2013). Effect of guided inquiry with analogy instructional strategy on students acquisition of science process skills. *Journal of Education and Practice*, 4(27), 35-40.
- Ogan-Bekiroğlu, F. ve Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 1187-1191. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.05.202
- Oliver, R. (2007). Exploring an inquiry- based learning approach with first- year students in a large undergraduate class. *Innovations in Education and Teaching International*, 44(1), 3-15. doi: 10.1080/14703290601090317
- Ongowo, R. O. ve Indoshi, F. C. (2013). Science process skills in the Kenya certificate of secondary education biology practical examinations. *Creative Education*, 4(11), 713-717. doi: 10.4236/ce.2013.411101
- Onwuegbuzie, A. J. (2000). *Science process skills and achievement in research methodology courses*. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association (ERIC Document Reproduction Service No. ED448200).

- Orlich, D. C., Harder, R. J., Callahan, R. C., Trevisan, M. S. ve Brown, A. H. (2004). *Teaching strategies-a guide to effective instruction* (Seventh Edition). Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Osborne, R. (1980). Some aspects of the students' view of the world. *Research in Science Education*, 10(1), 11-18. doi: 10.1007/BF02356304
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 73-82. doi:10.1080/0263514830010108
- Osborne, R. J., Bell, B. F. ve Gilbert, J. K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5(1), 1-14. doi: 10.1080/0140528830050101
- Osborne, R. ve Freyberg, P. (1985). Roles for the science teacher. R. Osborne, P. Freyberg, B. Bell, R. Tasker, M. Cosgrove, B. Schollum, *Learning in science: The implications of children's science* (s. 91-99) içinde. Birkenhead, Auckland: Heinemann.
- Owens, R. F., Hester, J. L. ve Teale, W. H. (2002). Where do you want to go today? Inquiry-based learning and technology integration. *The Reading Teacher*, 55(7), 616-625.
- Önder, F., Şenyigit, Ç. ve Silay, İ. (2017). The effects of misconceptions on pre-service teachers' ability to constructing simple electric circuits. *European Journal of Physics Education*, 8(1), 1-10.
- Özçelik, D. A. (2013). *Test hazırlama kılavuzu* (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Özden, B. ve Yenice, N. (2017). “Kuvvet ve enerji” ünitesine yönelik üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 432-463. doi: 10.17522/balikesirnef.373421
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706. doi: 10.1080/09500690010006527.
- Palmer, D. H. (2003). Investigating the relationship between refutational text and conceptual change. *Science Education*, 87(5), 663-684. doi: 10.1002/sce.1056
- Panasan, M. ve Nuangchalerm, P. (2010). Learning outcomes of project-based and inquiry-based learning activities. *Journal of Social Science*, 6(2), 252-255. doi: 10.3844/jssp.2010.252.255

- Pardhan, H. ve Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318. doi: 10.1080/095006901750066538
- Pedaste, M. ve Sarapuu, T. (2006). Developing an effective support system for inquiry learning in a web- based environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 47-62. doi: 10.1111/j.1365-2729.2006.00159.x
- Periago, M. C. ve Bohigas, X. (2005). A study of second-year engineering students' alternative conceptions about electric potential, current intensity and Ohm's law. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 71-80. doi: 10.1080/03043790410001711225
- Peşman, H. (2005). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla üç basamaklı bir testin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Peşman, H. ve Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222. doi: 10.1080/00220670903383002
- Peters, J. M. ve Stout, D. L. (2006). *Methods for teaching elementary school science* (Fifth Edition). Upper Saddle River, NJ, Ohio: Pearson Merrill Prentice Hall.
- PhET (2019). PhET interactive simulations, University of Colorado Boulder. Erişim adresi: <https://phet.colorado.edu/>
- Picciarelli, V., Di Gennaro, M., Stella, R. ve Conte, E. (1991). A study of university students' understanding of simple electric circuits part 1: Current in d.c. circuits. *European Journal of Engineering Education*, 16(1), 41-56. doi: 10.1080/03043799108939503
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. doi: 10.1002/sce.3730660207
- Prastiwi, D., Haryani, S. H. S. ve Lisdiana, L. (2018). The effectiveness of guided inquiry with mind mapping to improve science process skills and learning motivation. *Journal of Primary Education*, 7(2), 195-203. doi: 10.15294/JPE.V7I2.23535
- Pratono, A., Sumarti, S. S. ve Wijayati, N. (2018). Contribution of assisted inquiry model of e-module to students science process skill. *Journal of Innovative Science Education*, 7(1), 62-68. doi: 10.15294/JISE.V7I1.20633

- Prayitno, B. A., Corebima, D., Susilo, H., Zubaidah, S. ve Ramli, M. (2017). Closing the science process skills gap between students with high and low level academic achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 266-277.
- Prince, M. ve Vigeant, M. (2006, Haziran). *Using inquiry-based activities to promote understanding of critical engineering concepts*. Paper presented at the ASEE National Conference, Chicago, Illinois.
- Prince, M., Vigeant, M. ve Nottis, K. (2016). Repairing student misconceptions in heat transfer using inquiry-based activities. *Chemical Engineering Education*, 50(1), 52-61.
- Psillos, D., Koumaras, P. ve Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. *International Journal of Science Education*, 10(1), 29-43 doi: 10.1080/0950069880100104
- Raj, R. G. ve Devi, S. N. (2014). Science process skills and achievement in science among high school students. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 2(15), 2435-2443.
- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mansor, A. N., Othman, Z. ve Lyndon, N. (2013). Inculcation of science process skills in a science classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 47-57. doi: 10.5539/ass.v9n8p47
- Roth, W. M. ve Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 127-152.
- Saat, R. M. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a web- based learning environment. *Research in Science & Technological Education*, 22(1), 23-40. doi: 10.1080/0263514042000187520
- Sadeh, I. ve Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137–1160. doi: 10.1002/tea.20310
- Schoon, K. J. ve Boone, W. J. (1998). Self- efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199809)82:5<553::AID-SCE2>3.0.CO;2-8
- Serafin, Č., Dostál, J. ve Havelka, M. (2015). Inquiry-based instruction in the context of constructivism. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 592-599. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.050

- Shahali, E. H. M. ve Halim, L. (2010). Development and validation of a test of integrated science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 142-146. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.12.127
- Sheety, A. ve Rademacher, N. (2015). Inquiry-based learning as foundational pedagogical tool for critical examination of social justice in theory and action. P. Blessinger ve J. M. Carfora (Ed.), *Inquiry-based learning for multidisciplinary programs: A conceptual and practical resource for educators* (Innovations In Higher Education Teaching and Learning, Sayı 3, s. 119-137) içinde. United Kingdom: Emerald Group Publishing Limited.
- Shepardson, D. P. ve Moje, E. B. (1994). The nature of fourth graders' understandings of electric circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514. doi: 10.1002/sce.3730780505
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198. doi: 10.1080/0140528840060208
- Shipstone, D. (1988). Pupils' understanding of simple electrical circuits. Some implications for instruction. *Physics Education*, 23(2), 92-96. doi: 10.1088/0031-9120/23/2/004
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S. E. ve Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316. doi: 10.1080/0950069880100306
- Siahaan, P., Suryani, A., Kaniawati, I., Suhendi, E. ve Samsudin, A. (2017). Improving students' science process skills through simple computer simulations on linear motion conceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1), 1-5. doi: 10.1088/1742-6596/812/1/012017
- Smith, E. L., Blakeslee, T. D. ve Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126. doi: 10.1002/tea.3660300202
- Smith, K. A. ve Welliver, P. W. (1990). The development of a science process assessment for fourth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 727-738. doi: 10.1002/tea.3660270803

- Spronken- Smith, R. ve Walker, R. (2010). Can inquiry- based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research?. *Studies in Higher Education*, 35(6), 723-740. doi: 10.1080/03075070903315502
- Suits, J. P. (2004). Assessing investigative skill development in inquiry- based and traditional college science laboratory courses. *School Science and Mathematics*, 104(6), 248-257. doi: 10.1111/j.1949-8594.2004.tb17996.x
- Sukarno, Permanasari, A. ve Hamidah, I. (2013). The profile of science process skill (SPS) student at secondary high school (Case study in Jambi). *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 1(1), 79-83.
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2017). The development of a three-tier chemical bonding concept test. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1), 110-126.
- Şenyiğit, Ç. ve Sılay, İ. (2019). Basit Elektrik Devreleri Konusunda Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirme Çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 69-87.
- Şimşek, P. ve Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1190-1194. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.170
- Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 811-816. doi: 10.1021/ed083p811
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S. ve Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283–301. doi: 10.1002/tea.10023
- Tannenbaum, R. S. (1971). The development of the test of science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 8(2), 123-136. doi: 10.1002/tea.3660080206
- Tao, P. K. (1997). Confronting students' alternative conceptions in mechanics with the force and motion microworld. *Computers in Physics*, 11(2), 199-207. doi: 10.1063/1.168603
- Tarciso Borges, A. ve Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117. doi: 10.1080/095006999290859

- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Taylor, J. ve Bilbrey, J. (2012). Effectiveness of inquiry based and teacher directed instruction in an Alabama elementary school. *Journal of Instructional Pedagogies*, 8, 1-17.
- Tobin, K. G. ve Capie, W. (1980). Teaching process skills in the middle school. *School Science and Mathematics*, 80(7), 590-600. doi: 10.1111/j.1949-8594.1980.tb09745.x
- Tobin, K. G. ve Capie, W. (1982). Development and validation of a group test of integrated science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 133-141. doi: 10.1002/tea.3660190205
- Tompo, B., Ahmad, A. ve Muris, M. (2016). The development of discovery-inquiry learning model to reduce the science misconceptions of junior high school students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(12), 5676-5686.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. doi: 10.1080/0950069880100204
- Treagust, D. F. ve Haslam, F. (1986). *Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument*. A paper presented at the 59th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (San Francisco, CA). (ERIC Document Reproduction Service No. ED283713).
- Trna, J., Trnova, E. ve 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.
- Trowbridge, J. E. ve Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of animals and animal classification. *School Science and Mathematics*, 85(4), 304-316. doi: 10.1111/j.1949-8594.1985.tb09626.x
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., Christopher, J. E. ve Sackes, M. (2010). The effect of guided inquiry-based instruction on middle school students' understanding of lunar concepts. *Research in Science Education*, 40(3), 451-478. doi: 10.1007/s11165-009-9129-x

- Tsai, C. C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits. *International Journal of Science Education*, 25(3), 307-327. doi: 10.1080/09500690210145756
- Tsai, C. C. ve Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165. doi: 10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x
- Tsai, C. H., Chen, H. Y., Chou, C. Y. ve Lain, K. D. (2007). Current as the key concept of Taiwanese students' understandings of electric circuits. *International Journal of Science Education*, 29(4), 483-496. doi: 10.1080/09500690601073327
- Tsui, C. Y. ve Treagust, D. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two- tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073-1098. doi: 10.1080/09500690902951429
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M. ve Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 110-116. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.253.
- Tynjälä, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university. *International Journal of Educational Research*, 31(5), 357-442. doi: 10.1016/S0883-0355(99)00012-9
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ı ışık ünitesi örneği* (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Ünal-Çoban, G. (2013). The effects of inquiry supported by argument maps on science process skills and epistemological views of prospective science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 271-288.
- van Schijndel, T. J. P., Jansen, B. R. J. ve Raijmakers, M. E. J. (2018). Do individual differences in children's curiosity relate to their inquiry-based learning?. *International Journal of Science Education*, 40(9), 996-1015. doi: 10.1080/09500693.2018.1460772
- Veloo, A., Perumal, S. ve Vikneswary, R. (2013). Inquiry-based instruction, students' attitudes and teachers' support towards science achievement in rural primary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 65-69. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.09.153

- Wadsworth, B. J. (1989). *Piaget's theory of cognitive and affective development* (Fourth Edition). New York & London: Longman.
- Wang, J. R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 131-157. doi: 10.1007/s10763-004-9323-2
- Wang, P. H., Yen, Y. R., Wu, H. J. ve Wu, P. L. (2013). The learning effectiveness of inquiry-based instruction among vocational high school students. *Educational Research International*, 2(2), 16-23.
- Wardani, T. B., Widodo, A. ve Winarno, N. (2017). Using inquiry-based laboratory activities in lights and optics topic to improve students' conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/895/1/012152
- Wild, T. A., Hilson, M. P. ve Hobson, S. M. (2013). The conceptual understanding of sound by students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 107(2), 107-116. doi: 10.1177/0145482X1310700204
- Wilke, R. R. ve Straits, W. J. (2005). Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological sciences. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540. doi: 10.2307/4451905
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science Education*, 87(1), 112-143. doi: 10.1002/sce.10044
- Windschitl, M. ve Buttemer, H. (2000). What should the inquiry experience be for the learner?. *The American Biology Teacher*, 62(5), 346-350. doi: 10.1662/0002-7685(2000)062[0346:WSTIEB]2.0.CO;2
- Wolf, S. J. ve Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341. doi: 10.1007/s11165-007-9052-y
- Wolk, S. (2008). School as inquiry. *Phi Delta Kappan*, 90(2), 115-122.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in the life sciences at large research universities: a perspective on the Boyer Commission Report. *Cell Biology Education*, 2(2), 112-116. doi: 10.1187/cbe.03-02-0004

- Wu, H. K. ve Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry- based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313. doi: 10.1080/09500690600621035
- Yager, R. E. ve Akcay, H. (2010). The advantages of an inquiry approach for science instruction in middle grades. *School Science and Mathematics*, 110(1), 5-12. doi: 10.1111/j.1949-8594.2009.00002.x
- Yang, D. C. (2019). Development of a three-tier number sense test for fifth-grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 101(3), 405-424. doi: 10.1007/s10649-018-9874-8
- Yang, K. Y. ve Heh, J. S. (2007). The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10th-grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 451-461. doi: 10.1007/s10956-007-9062-6
- Yeany, R. H., Yap, K. C. ve Padilla, M. J. (1986). Analyzing hierarchical relationships among modes of cognitive reasoning and integrated science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(4), 277-291. doi: 10.1002/tea.3660230403
- Yıldırım, A. (2012). *Effect of guided inquiry experiments on the acquisition of science process skills, achievement and differentiation of conceptual structure* (Yüksek Lisans Tezi) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yılmaz, H. ve Huyugüzel-Çavaş, P. (2006). 4-E öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 3(1), 2-18.
- Zion, M. ve Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383-399.
- Zion, M., Michalsky, T. ve Mevarech, Z. R. (2005). The effects of metacognitive instruction embedded within an asynchronous learning network on scientific inquiry skills. *International Journal of Science Education*, 27(8), 957-983. doi: 10.1080/09500690500068626

EKLER

EK 1. AKADEMİK ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Çiğdem ŞENYİĞİT		
E-postası/Web Sayfası	cigdemsenyigit@gmail.com		
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Sınıf Öğretmenliği		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	İlköğretim Bölümü/Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı	2012
Yüksek Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	İlköğretim Anabilim Dalı/Sınıf Öğretmenliği Yüksek Lisans	2016
YL Tez Başlığı	Sınıf öğretmeni adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerinin ve kitap okuma alışkanlıklarına ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi		
YL Tez Danışmanı	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZER		
Akademik Eserler			
(Makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, poster, sergi, konser vb. eserlerden kaynakça yazım kurallarına göre en fazla 10 eser yazılmalıdır.)			
Tezden üretilen yayınlar * ile işaretlenmelidir.			
Önder, F., Şenyigit, Ç. ve Silay, İ. (2017). The Effects of Misconceptions on Pre-service Teachers' Ability to Constructing Simple Electric Circuits. <i>European Journal of Physics Education</i>, 8(1), 1-10. Şenyigit, Ç., Önder, F. ve Silay, İ. (2017). <i>Sınıf Öğretmeni Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etki Eden Faktörler</i>. 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, 20/04/2017-23/04/2017, Antalya-Türkiye. Şenyigit, Ç., Önder, F. ve Silay, İ. (2018). <i>Öğretmen Adaylarının Sorgulama Becerilerinin Akademik Başarı ve Branş Değişkenlerine Göre İncelenmesi</i>. 27. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, 19/04/2018 - 22/04/2018, Antalya-Türkiye. Önder, F., Şenyigit, Ç. ve Silay, İ. (2018). Effect of Inquiry-based Learning Method on Students' Misconceptions about Charging Conducting and Insulating Bodies. <i>European Journal of Physics</i>, 39(5), 1-14. doi: 10.1088/1361-6404/aac52a Önder, F., Şenyigit, Ç. ve Silay, İ. (2019). <i>Simülasyon Destekli Sorgulama Temelli Öğrenme Yaklaşımının Öğretmen Adaylarının Kondansatörler Konusundaki Kavramsal Anlamalarına Etkisi</i>. 7. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu, 30/10/2019 - 01/11/2019, Antalya-Türkiye. * Şenyigit, Ç. ve Silay, İ. (2019). Basit Elektrik Devreleri Konusunda Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirme Çalışması. <i>Buca Eğitim Fakültesi Dergisi</i>, 48, 69-87.			
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler			
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller			

EK 2. İZİN BELGELERİ



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi



Sayı : 85316909-399.99-E.18910
Konu : Geçerlik Güvenirlik Çalışması

08/03/2019

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 25.02.2019 tarih ve 556 sayılı yazınız.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Çiğdem ŞENYİĞİT'in 'Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi' konulu tez çalışması kapsamında Fakültemiz Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2., 3. ve 4.sınıf öğrencileri ile geçerlik-güvenirlik çalışması yapma isteği dersleri aksatmamak ve uygulamayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ercan AKPINAR
Dekan V.



Dokuz Eylül Üniversitesi – Buca Eğitim Fakültesi
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Tel: 0 232 420 48 82 Elektronik Ağ: <http://bef.deu.edu.tr>
Kep Adresi: dokuzeyluluniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için İrtibat:
Sevgi TİFTİK
Dahili:
E-Posta: sevgi.tiflik@deu.edu.tr

İzmir

Bu belge 5078 sayılı e-İm, e-Kanunlar, Sevgi Tiftik Ercan AKPINAR tarafından 07/03/2019 tarihinde e-imzalanmıştır.
Tayınmış <http://www.goc.gov.tr/belge-uzak-imza-kodu> ile doğrulanabilir.



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi



Sayı : 85316909-399.99-E.23564
Konu : Tez Uygulaması

26/03/2019

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 18.03.2019 tarih ve 696 sayılı yazınız.

Enstitünüz Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Çiğdem ŞENYİĞİT'in 'Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi' konulu tezi kapsamında Fakültemiz Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 1/B Şubesi öğrencilerine uygulama yapma isteği dersleri aksatmamak ve uygulamayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Doç.Dr.Cenk KEŞAN
Dekan V.



Dokuz Eylül Üniversitesi – Buca Eğitim Fakültesi
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Tel: 0 232 420 48 82 Elektronik Ağ: <http://bef.deu.edu.tr>
Kep Adresi: dokuzeyuluniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için İrtibat:
Sevgi TİFTİK
Dahili:
E-Posta: sevgi.tiflik@deu.edu.tr



Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA - Prof.Dr. Ercan AKPINAR Vekili Prof.Dr.Cenk KESAN tarafından 26.03.2019 tarihinde e-imzalanmıştır.



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
YÖNETİM KURULU KARARI



TOPLANTI TARİHİ
SAYI

: 05/07/2019
: 19

KARAR-6-:

Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Doktora Programı 2016950164 numaralı öğrencisi Çiğdem ŞENYİĞİT için tez başlığı değişikliği önerisine ilişkin Anabilim Dalı Başkanlığının 02/07/2019 tarihli ve 210 sayılı yazısı ile ekleri incelendi.

Görüşmeler sonunda;

Çiğdem ŞENYİĞİT'in "Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi" tez konusunun tez başlığının daha net ve anlaşılır olacağı düşünüldüğü için tez başlığında değişiklik yapılması gerektiği gerekçesiyle tez izleme komitesi üyeleri tarafından önerilen başlık değişikliğinin aşağıdaki şekilde kabul edilmesine, kararın tez danışmanı Prof.Dr.İlhan SILAY ve öğrenciye bildirilmesine bulunanların oy birliği ile karar verildi.

Yeni Tez Başlığı: Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi

İngilizcesi: The Effect of Inquiry-Based Learning on Elementary School Teacher Candidates' Scientific Process Skills and Conceptual Understanding

(İMZA) Prof.Dr.Süha YILMAZ (BAŞKAN)		(İMZA) Doç.Dr. Suat TÜRKOGUZ (ÜYE)
(İZİMLİ) Doç.Dr. Bahar BARAN (ÜYE)	(İMZA) Doç.Dr.Erdal ASLAN (ÜYE)	(İMZA) Dr.Öğr.Üyesi Hediye KÜÇÜKKARAGÖZ (ÜYE)
(İZİMLİ) Prof.Dr.Ali AKSU (ÜYE)		

ASLI GİBİDİR

05/07/2019

Öğ.Gör.Ferit Serkan AKDOĞAN
Enstitü Sekreter Vekili

Uğur Mumcu Cad. 135 Sk. No:5 35380 Buca/İZMİR
Telefon: +90(232)440 09 08 – 440 09 11 **Faks:** +90 (232) 420 60 45
e-posta: egitimbil.kurul@deu.edu.tr **İnternet Adresi:** <http://ebe.deu.edu.tr/>



Bilimsel Süreç Becerileri Testi Kullanım İzni

Ynt: Bilimsel Süreç Becerileri Testi Kullanım İzni

"Pınar ÇELİK" <pınarcelik@beykent.edu.tr>

18 Şubat 2019 08:31

Kime: cigdem.senyigit@deu.edu.tr

Çiğdem Hocam Merhaba,

Bilimsel Süreç Becerileri Testi'ni doktora tezinizde atıf göstermek üzere kullanmanız uygundur.

Başarılar, iyi çalışmalar dilerim.

Dr. Öğr. Üye Pınar ÇELİK

Gönderen: cigdem.senyigit@deu.edu.tr <cigdem.senyigit@deu.edu.tr>

Gönderildi: 16 Şubat 2019 Cumartesi 21:16:39

Kime: Pınar ÇELİK

Konu: Bilimsel Süreç Becerileri Testi Kullanım İzni

Sayın hocam,

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği doktora programı öğrencisiyim. 2013 yılında doktora tezinizde geliştirip geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yapmış olduğunuz "Bilimsel Süreç Becerileri Testi"nizi izninizle doktora tezimde kullanmak istiyorum. Şimdiden çok teşekkür ederim. Saygılarımla sunuyorum.

Arş. Gör. Çiğdem ŞENYİĞİT



Pınar ÇELİK

İletişim Fakültesi

Tel: 444 1997

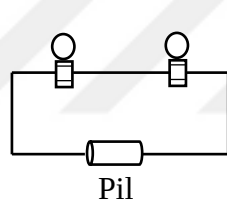
pınarcelik@beykent.edu.tr

www.beykent.edu.tr

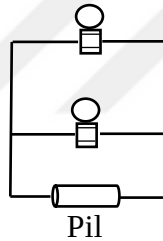
EK 3. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ KAVRAM TESTİ

Bu test basit elektrik devreleri konusunda yer alan kavramları ne düzeyde öğrenmiş olduğunuzu belirlemeyi amaçlayan üç aşamalı çoktan seçmeli bir testtir. Üç aşamalı testlerde her soru üç basamakta yanıtlanır. Birinci basamakta, klasik çoktan seçmeli testlerde olduğu gibi, sorunun doğru yanıt olduğu düşünülen seçenek işaretlenir. İkinci basamakta, birinci basamakta verilen yanıtın nedenini en iyi açıklayan seçenek belirlenerek işaretlenir. Birinci ve ikinci basamaktaki seçenekler aynı olmak zorunda değildir. Örneğin; herhangi bir sorunun birinci basamağında doğru yanıt A seçeneği ise, o sorunun ikinci basamağındaki doğru açıklama A seçeneğinde bulunmayabilir. Üçüncü basamakta ise verilen yanıtın emin olunup olunmadığı işaretlenir. Verdiğiniz yanıtın doğruluğundan eminseniz “Evet”, değilseniz “Hayır” seçeneğini işaretleyiniz.

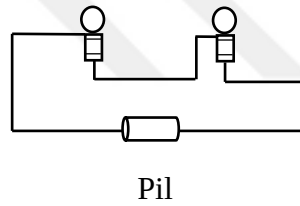
1.1. Aşağıdaki devreler özdeş lamba ve pillerden oluşmaktadır. Buna göre;



Şekil I



Şekil II



Şekil III

- A) Şekil I'deki lambalar eşit parlaklıkta yanar.
- B) Şekil II'deki lambalar Şekil III'teki lambalardan daha parlak yanar.
- C) Şekil I ve Şekil II'deki lambalar ışık vermez.
- D) Şekil I'deki lambalar Şekil III'teki lambalardan daha parlak yanar.

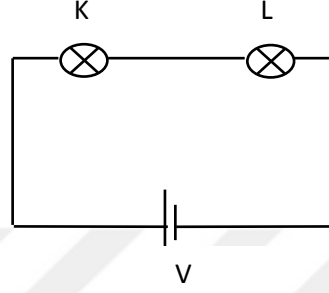
1.2. Çünkü:

- A) Pil kısa devre olduğundan lambaların uçları arasındaki potansiyel fark sıfırdır.
- B) Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç, seri bağlı devrelerden daha küçük olduğundan devreden daha çok akım geçer; bu durum lambaların daha parlak yanmasını sağlar.
- C) Seri bağlı devrelerde lambalar üzerinden eşit miktarda akım geçer.
- D) Daha kısa iletkenlerin kullanılması Şekil I'de daha az direnç oluşmasına neden olmuştur.

1.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

2.1.



Şekildeki devrede aynı iç dirence sahip K ve L lambaları özdeş duylara yerleştirilerek bağlantı yapılmıştır. K lambası bulunduğu duydan çıkarılırsa;

- A) L lambasının parlaklığı artar.
- B) L lambasının parlaklığı değişmez.
- C) L lambası söner.
- D) L lambasının parlaklığı azalır ama sönmez.

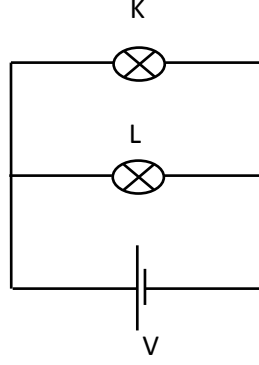
2.2. Çünkü:

- A) Devrenin toplam direnci artacağı için L lambasından geçen akım azalır.
- B) Devrenin toplam direnci azalacağı için L lambasından geçen akım artar.
- C) Açık devre oluşacağı için L lambasından akım geçmez.
- D) L lambasının direnci değişmeyeceği için üzerinden geçen akımda değişmez.

2.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

3.1.



Özdeş lambalardan oluşan yukarıda yer alan şekildeki devrede K lambası bulunduğu duydan çıkartılırsa;

- A) L lambasının parlaklığı değişmez.
- B) L lambasının parlaklığı azalır.
- C) L lambasının parlaklığı artar.
- D) L lambası söner.

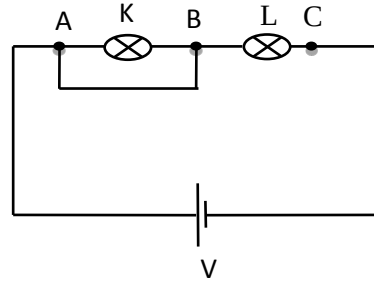
3.2. Çünkü:

- A) Akım bölünmeyeceği için devrenin tüm akımı L lambasından geçer.
- B) Devrenin toplam direnci artacağı için L lambasından geçen akım azalır.
- C) Açık devre oluşacağı için L lambasından akım geçmez.
- D) L lambasının uçları arasındaki potansiyel fark değişmez.

3.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

4.1.



Şekildeki devrede A ve B noktaları arası bir iletkenle birleştirilirse;

- A) L lambasının parlaklığı artar.
- B) L lambasının parlaklığı azalır.
- C) L lambasının parlaklığı değişmez.
- D) L lambası söner.

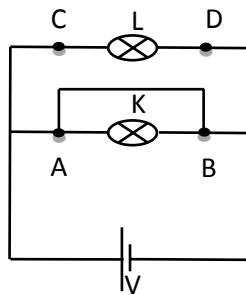
4.2. Çünkü:

- A) Kısa devre oluşacağı için devreden akım geçmez.
- B) Devrenin toplam direnci artacağı için L lambasından geçen akım azalır.
- C) Devrenin toplam direnci azalacağı için L lambasından geçen akım artar.
- D) Yalnız K lambası kısa devre olacağı için L lambası etkilenmez.

4.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

5.1.



Şekildeki devrede A ve B noktaları arası bir iletkenle birleştirilirse;

- A) L lambasının parlaklığı artar.

- B) L lambasının parlaklığı azalır.
- C) L lambasının parlaklığı değişmez.
- D) L lambası söner.

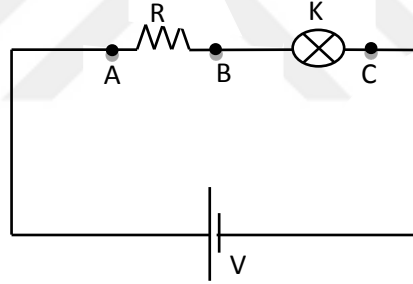
5.2. Çünkü:

- A) Yalnızca K lambası kısa devre olacağı için L lambası etkilenmez.
- B) Pilin uçları kısa devre olacağı için C ve D noktaları arasındaki potansiyel fark sıfır olur.
- C) Devrenin toplam direnci artacağı için L lambasından geçen akım azalır.
- D) Devrenin toplam direnci azalacağı için L lambasından geçen akım artar.

5.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

6.1.



R direnci ile K lambasının seri olarak bağlandığı şekildeki devrede aşağıdakilerden hangisinin yapılması K lambasının parlaklığını arttırır?

- A) A ve B noktaları arasına R direncine paralel bir direnç bağlamak.
- B) A ve C noktalarını bir iletken tel ile birleştirmek.
- C) A ve C noktaları arasına devreye paralel bir direnç yerleştirmek.
- D) A ve B noktaları arasına R direncine seri bir direnç yerleştirmek.

6.2. Çünkü:

- A) R direnci kısa devre olacağı için devrenin akımının tamamı K lambası üzerinden geçer.
- B) Devrenin eşdeğer direnci azalacağı için K lambasından geçen akım artar.
- C) A ve B noktaları arasındaki toplam direnç artacağı için, A ve B noktaları arasındaki akım azalırken K lambasından geçen akım artar.

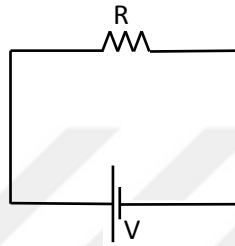
D) R direnci kısa devre olacağı için devrenin direnci azalır ve K lambasından geçen akım artar.

6.3.Yanıtınızdan emin misiniz?

A) Evet

B) Hayır

7.1.



Şekildeki devrede R direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı azaltmak için;

A) R direncinin değeri azaltılmalıdır.

B) R direncinin değeri arttırılmalıdır.

C) R direncine paralel bir direnç bağlanmalıdır.

D) R direncine seri bir direnç bağlanmalıdır.

7.2. Çünkü:

A) Akım ikiye bölüneceği için R direnci üzerinden daha düşük akım geçer. OHM yasasına göre akım ve gerilim doğru orantılı olduğundan R direncinin uçları arasındaki potansiyel fark azalır.

B) Devrenin toplam direnci artacağı için R direncinden geçen akım azalır. OHM yasasına göre akım ve gerilim doğru orantılı olduğundan R direncinin uçları arasındaki potansiyel fark azalır.

C) OHM yasasına göre potansiyel fark ve direnç doğru orantılıdır. Devrenin toplam direnci azalacağından R direncinin uçları arasındaki potansiyel fark azalır.

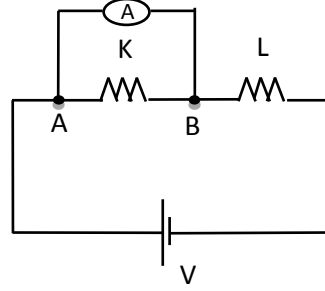
D) OHM yasasına göre potansiyel fark ve direnç ters orantılıdır. Devrenin toplam direnci artacağından R direncinin uçları arasındaki potansiyel fark azalır.

7.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

A) Evet

B) Hayır

8.1.



Özdeş dirençlerden oluşan şekildeki devrede A ve B noktaları arasında bir ampermetre bağlanırsa; Ampermetre;

- A) K direncinden geçen akımı ölçer.
- B) L direncinden geçen akımı ölçer.
- C) K ve L dirençlerinin eşdeğer direncinden dolayı oluşan akımı ölçer.
- D) Ampermetre herhangi bir akım okumaz.

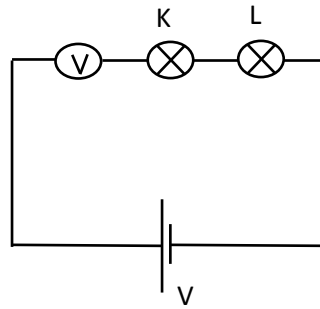
8.2. Çünkü:

- A) Ampermetrenin iç direnci küçük olduğu için K direnci kısa devre olmuştur.
- B) K direncinin uçları arasında bağlanmıştır.
- C) Devrede K ve L dirençlerinin toplamından oluşan tek bir akım vardır.
- D) Kısa devre olduğundan devreden akım geçmez.

8.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

9.1.



Bir voltmetre şekildeki gibi devreye bağlanırsa;

- A) K lambasının uçları arasındaki potansiyel farkı okur.

- B) Hiçbir potansiyel fark okumaz.
- C) Pilin potansiyel farkını okur.
- D) Pil ve K lambası arasındaki potansiyel farkı okur.

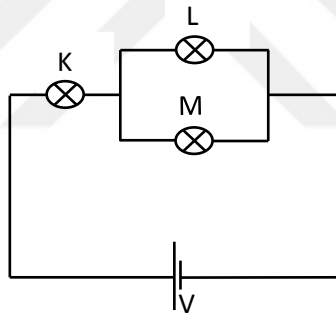
9.2. Çünkü:

- A) Pil ve K lambası arasına bağlanmıştır.
- B) K lambasının önüne bağlanmıştır.
- C) Voltmetrenin iç direnci büyük olduğundan devreden akım geçmesine engel olur.
- D) İç direnci büyük olduğundan potansiyel farkının tamamı voltmetrenin uçları arasında düşer.

9.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

11.1.



Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede L lambasının uçları kısa devre edilirse;

- A) M lambasının parlaklığı artar.
- B) Tüm lambalar söner.
- C) K lambasının parlaklığı artar.
- D) L lambası söner, K ve M lambaları eşit parlaklıkta yanar.

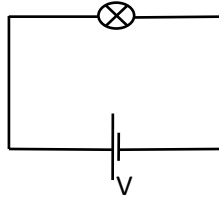
11.2. Çünkü:

- A) K lambasından gelen akımın tamamı bölünmeden M lambasından geçer.
- B) L lambası kısa devre olmuştur. K ve M lambaları ise seri bağlı hale gelmiştir.
- C) L ve M lambaları kısa devre olduğu için ana kol akımı artmıştır.
- D) Devrede kısa devre bulunduğu için lambalar üzerinden akım geçmez.

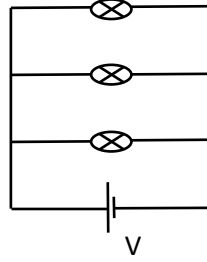
11.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
B) Hayır

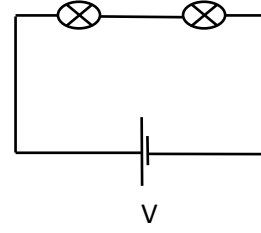
12.1.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devreler için aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) En sönük Şekil II'deki devrede yer alan lambalar yanar.
B) En parlak Şekil I'deki lamba yanar.
C) Şekil I ve Şekil II'deki lambalar eşit parlaklıkta yanar.
D) Şekil I ve Şekil III'teki lambalar eşit parlaklıkta yanar.

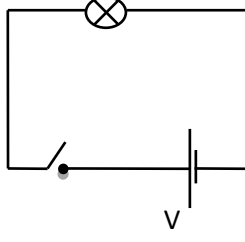
12.2. Çünkü:

- A) Bu devrelerdeki lambaların dirençleri ve uçları arasındaki potansiyel farklar eşittir.
B) Her iki devrede de akım bölünmeden lambalar üzerinden geçer.
C) Bu devrede akım üç kola bölüneceğinden lambaların güçleri azalır.
D) En küçük direnç bu devrede olduğundan en büyük akım bu devredeki lamba üzerinden geçer.

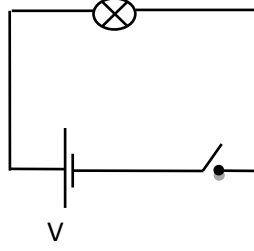
12.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
B) Hayır

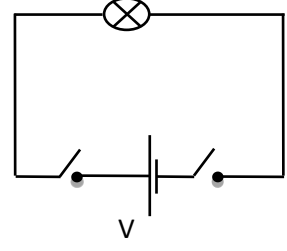
13.1.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Özdeş üreteç ve lambalardan oluşan şekillerdeki devreler için aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Yalnız Şekil I'deki lamba ışıık verir.
- B) Yalnız Şekil II'deki lamba ışıık verir.
- C) Hem Şekil I hem de Şekil II'deki lambalar ışıık verir.
- D) Hiçbir lamba ışıık vermez.

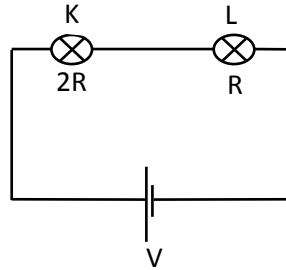
13.2. Çünkü:

- A) Pilin (+) kutbundan çıkan yükler lambaya ulaşır.
- B) Pilin (-) kutbundan çıkan yükler lambaya ulaşır.
- C) Lambaların uçları arasındaki potansiyel farklar sıfırdır.
- D) Çünkü pilin bir kutbu lambaya bağlıdır.

13.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

14.1.



Yukarıdaki şekilde yer alan $2R$ ve R direncine sahip lambaların parlaklıkları hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) K ve L lambaları eşit parlaklıkta yanar.
- B) K lambası L lambasından parlak yanar.
- C) L lambası K lambasından parlak yanar.
- D) Verilere göre karar verilemez.

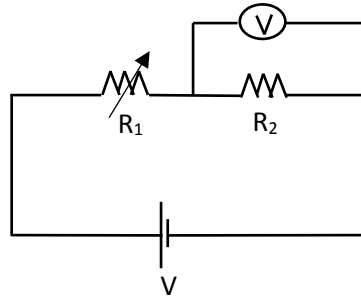
14.2. Çünkü:

- A) Akım önce K lambasına ulaşır ve burada harcanarak L lambasına gelir.
- B) K ve L lambaları seri bağlı olduğu için her iki dirençten de aynı büyüklükte akım geçer.
- C) L lambasının direnci daha düşük olduğu için üzerinden geçen akım daha büyüktür.
- D) Her iki lambadan da eşit akım geçer. K lambasının iç direnci daha büyük olduğundan gücü de L lambasından büyüktür.

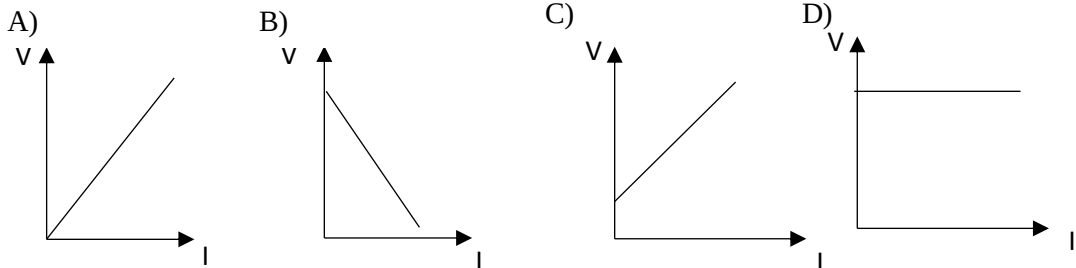
14.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

15.1.



Şekildeki devrede R_1 direnci kademeli olarak arttırılıyor. R_2 direncinin üzerinden geçen akımın, R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel farka göre değişimi aşağıda yer alan hangi grafikte doğru olarak verilmiştir?



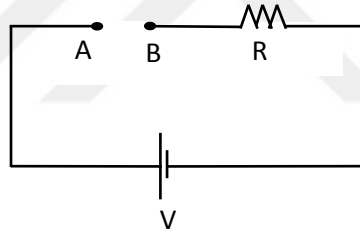
15.2. Çünkü:

- A) Devreden geçen akım artacağı için OHM yasasına göre R_2 'nin uçları arasındaki potansiyel fark artacaktır.
- B) Devreden geçen akım artacağı için OHM yasasına göre R_2 'nin uçları arasındaki potansiyel fark artacaktır; ancak devreye pil bağlı olduğundan V değeri orijinden başlamayacaktır.
- C) Pilin gerilimi sabit olduğu için akım değişse de gerilim sabit kalacaktır.
- D) Devreden geçen akım azalacağı için OHM yasasına göre R_2 'nin uçları arasındaki potansiyel fark azalacaktır.

15.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

16.1.



R direnci 0'dan başlayarak 100Ω 'a kadar düzenli olarak artırılıyor. Buna göre A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark;

- A) Düzenli olarak artar.
- B) Düzenli olarak azalır.
- C) Sabit kalır.
- D) Sıfırdır.

16.2. Çünkü:

- A) Açık devre olduğu için devreden akım geçmez.
- B) A ve B noktaları arasına bağlanan voltmetre her zaman pilin gerilimini okur.
- C) Direnç arttığı için gerilimin büyük kısmı R üzerinde düşer. A ve B noktaları arasında kalan potansiyel fark azalır.

D) Devreden geçen akım azalacağı için OHM yasasına göre A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark azalır.

16.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

A) Evet

B) Hayır



EK 4. BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ

NOT: Değeri, başka değişkenlerin değişiminden etkilenen, sonuç durumunda olan değişken, **bağımlı değişkendir**. Değişkenliği, sonucu etkileyen ya da etkileyecek olan değişken, **bağımsız değişkendir**. Örneğin tarlaya verilen gübre arttıkça, ürünün artması beklenir. Burada ürün bağımlı, gübre ise bağımsız değişkendir.

1) Bir deney sırasında üç öğrenciye dijital ölçü aletleri verilerek, aynı özellikteki bir cismin kütlesini 4 kez ölçmeleri ve her defasında aletin ekranında okudukları değeri, tabloya kaydetmeleri istenir. Verilen ölçüm sonuçlarına göre aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri **doğrudur**?

	Ölçülen Cisim	Ölçü Aleti	1. Ölçme	2. Ölçme	3. Ölçme	4. Ölçme
Can	A cismi	X	40,12g	40,13g	40,13g	40,14g
Esra	A cismi	Y	40g	40g	40g	40g
Ayşe	A cismi	Z	40,1g	40,1g	40,1g	40,1g

- I. Üç öğrencinin kullandığı ölçü aletlerinin hassaslıkları birbirinden farklıdır.
 II. Esra ve Ayşe'nin kullandıkları ölçü aletlerinin hassaslıkları eşittir.
 III. Ayşe'nin kullandığı ölçü aleti, Can'ın kullandığı ölçü aletinden daha hassastır.

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) Yalnız III

2) Yasemin, merceklerin odak uzaklığının nelere bağlı olarak değiştiğini araştırmak ister. Bu amaçla **yan yüzlerinin eğrilik yarıçapları aynı, kırma indisleri farklı** olan merceklerle, **farklı ortamlarda değişik renkte** ışıklar göndererek merceğin odak uzaklığını ölçer ve elde ettiği verileri aşağıdaki tabloya yazar.

Merceğin kırma indisi	Ortam	Merceğe gönderilen ışığın rengi	Merceğin odak uzaklığı(cm)
X	A	Kırmızı	30
Y	A	Mavi	32
X	B	Kırmızı	29
T	B	Mavi	33
Z	A	Mavi	27

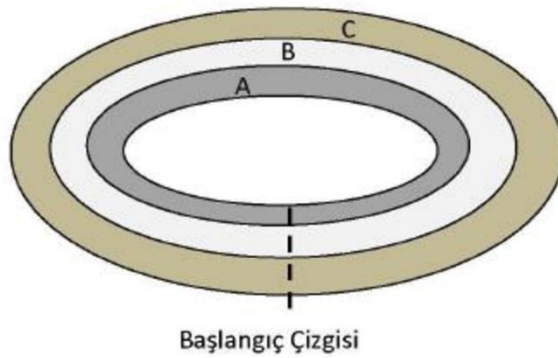
Bu tabloya göre aşağıdaki yorumlardan hangisi **doğrudur**?

- A) Merceğin odak uzaklığı kırma indisine ve ortama bağlı olarak değişir.
 B) Merceğin odak uzaklığı, gönderilen ışığın rengine ve ortama bağlıdır.
 C) Merceğin odak uzaklığı; kırma indisine bağlı olarak değişir.
 D) Merceğin odak uzaklığı kırma indisine ve gönderilen ışığın rengine bağlı olarak değişir.
 E) Merceğin odak uzaklığı ölçüldüğü ortama bağlı olarak değişir.

3) Bir alışveriş merkezinde satılan dört farklı marka pilden hangisinin daha uzun ömürlü olduğu araştırılmaktadır. Bunun için özdeş dört duvar saatinin her birine farklı marka bir pil takılır ve takılan piller bitinceye kadar saatler çalıştırılır. Buna göre hangi marka pilin diğerlerine kıyasla daha uzun ömürlü olduğu nasıl belirlenir?

- A) Her bir duvar saatine takılan pillerin sayıları karşılaştırılır.
- B) Her bir duvar saatinin toplam çalışma süresi ile saatlere takılan pillerin sayıları karşılaştırılır.
- C) Her bir duvar saatinin pili tamamen bittiğinde, saatlerin kaç gösterdiği belirlenir ve karşılaştırılır.
- D) Her bir duvar saatinin toplam çalışma süreleri ölçülür.
- E) Her bir duvar saatinin pili takılır takılmaz gösterdiği saat değeri ile pili bittiğinde gösterdiği saat değeri karşılaştırılır.

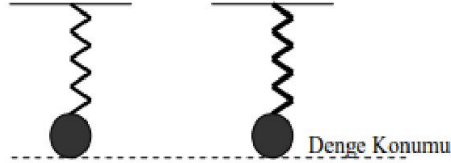
4) Üç atlet, sırasıyla A, B ve C koşu parkurlarında başlangıç çizgisinden aynı anda koşmaya başlarlar ve bir turu tamamladıktan sonra yarışma biter. Atletler kendi parkurlarında sabit hızla koştuklarına göre şampiyon nasıl belirlenir?



- A) Kendi koşu parkurundaki turunu en erken tamamlayan atlet belirlenir.
- B) Her üç atletin kendi koşu parkurunu bitirme süreleri belirlenir.
- C) Üç atletin kendi parkurlarının uzunlukları ile koşuya başlama zamanları karşılaştırılır.
- D) Her üç atletin koşuya başlama zamanı ile bitirme zamanı karşılaştırılır.
- E) Üç atletin kendi parkurlarının uzunlukları ile bir turu tamamladıkları süre karşılaştırılır.

(5., 6. ve 7. soruları aşağıdaki açıklamaya göre cevaplayınız.)

Ali, bir yaylı sarkacın periyodunun (bir tam salınım için geçen zaman) nelere bağlı olarak değiştiğini merak etmektedir. Yay sabitini, yayın ve cismin kütlesini değişken olarak saptar. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yay sabitleri k_1 ve k_2 olan eşit kütleli iki yayın ucuna, kütleleri aynı olan demir bilyeler bağlar. Denge konumundan bir miktar ayırıp serbest bırakarak sarkacın salınım yapmasını sağlar ve periyodunu ölçer.



5) Araştırmada hangi hipotez sınanmıştır?

- A) Bir yaylı sarkacın periyodu, yay sabiti, yayın ve cismin kütlesi değişikçe farklı değerler alır.
- B) Bir yaylı sarkacın periyodu, yay sabitinden bağımsızdır.
- C) Bir yaylı sarkacın periyodu, cismin şeklinden bağımsızdır.
- D) Bir yaylı sarkacın periyodu yay sabiti ve yayın kütlesi arttıkça artar.
- E) Bir yaylı sarkacın periyodu, yay sabitine bağlı, cismin şeklinden bağımsızdır.

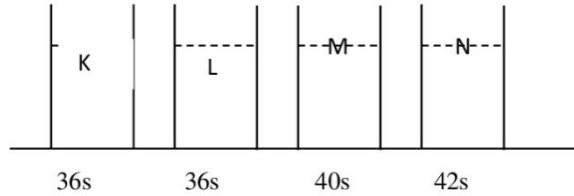
6) Araştırmada aşağıdaki değişkenlerden hangisi ya da hangileri kontrol edilmiştir?

- A) Yay sabiti
- B) Cisimlerin şekli
- C) Yay sabiti ve cisimlerin kütlesi
- D) Yay sabiti ve yayın kütlesi
- E) Yayın ve ucuna eklenen cisimlerin kütlesi

7) Aşağıdakilerden hangisinde araştırmanın bağımlı ve bağımsız değişkenleri birlikte verilmiştir?

- A) Yayın ve cisimlerin kütlesi, periyot
- B) Yay sabiti, periyot, cisimlerin şekli ve kütlesi
- C) Yayın ve cisimlerin kütlesi, periyot, yay sabiti
- D) Yayın ve cisimlerin kütlesi, yay sabiti
- E) Yay sabiti, periyot

8) Bir öğrenci, başlangıç sıcaklıkları aynı olan K, L, M ve N marka sütleri özdeş kaplara eşit miktarda koyarak, sıcaklıkları sırasıyla 35°C, 40°C, 35°C ve 45°C olan ortamlarda ekşimeye bırakır. Sütlerin ölçülen ekşime süreleri sırasıyla 36s, 36s, 40s ve 42s'tir.



Buna göre aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) K ve L aynı marka sütlerdir.
- B) 4 marka sütte birbirinden farklıdır.
- C) K ve M marka sütler birbirinden farklıdır.
- D) L ve N marka sütler birbirinden farklıdır.
- E) K, L ve N marka sütler birbirinden farklıdır.

(9. ve 10. soruları aşağıdaki açıklamaya göre cevaplayınız.)

İki öğrenci, bir iletken telin direncinin nelere bağlı olarak değiştiğini merak etmektedirler. İletken telin cinsi, uzunluğu, kesit alanı ve sıcaklığı gibi özelliklerin, telin direncini etkileyebileceğini düşünürler.

9) Birbirlerinden bağımsız olarak çalışan iki öğrenciden biri, şu hipotezi sınamaya karar verir: *'İletken tellerin direnci uzunluğa bağlı olarak değişir'*. Sizce bu öğrenci hipotezini sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarının hangisini uygulamalıdır?

- A) 20 °C sabit sıcaklıkta kesit alanları 2, 10 ve 15 cm², uzunlukları ise sırasıyla 4, 12 ve 20 cm olan üç bakır telin dirençleri ölçülür.
- B) Her birinin kesit alanı 10 cm², uzunlukları ise sırasıyla 4, 12 ve 20 cm olan üç bakır tel alınır. Bu tellerin 10 °C, 25 °C ve 35 °C'deki dirençleri ölçülür.
- C) Uzunluğu 4 cm olan bir bakır tel, 12 cm olan bir gümüş tel ve 20 cm olan bir çinko tel alınır. Her birinin kesit alanı 10 cm² olan bu tellerin 25 °C sıcaklıktaki dirençleri ölçülür.
- D) Uzunluğu 4 cm, kesit alanı 10 cm² olan çinko tel; uzunluğu 12 cm, kesit alanı 10 cm² olan çinko tel ve uzunluğu 20 cm, kesit alanı 10 cm² olan çinko tel alınır. Bu tellerin 20°C'deki dirençleri ölçülür.
- E) Kesit alanı 2 cm², uzunluğu 4 cm olan bakır bir tel; kesit alanı 10 cm², uzunluğu 12 cm olan gümüş bir tel ve kesit alanı 15 cm², uzunluğu ise 20 cm olan çinko bir tel alınır. Bunların 25 °C sıcaklıktaki dirençleri ölçülür.

10) Diğer öğrenci ise; aynı cins iletken tellerin uzunluğu, kesit alanı, sıcaklığı gibi özelliklerini değiştirerek başka bir deney gerçekleştirir. Bu deney sonucunda elde ettiği verileri aşağıdaki tabloya yazar.

Tabloya göre aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur?

İletken telin uzunluğu(cm)	İletken telin kesit alanı(cm ²)	İletken telin cinsi	İletken telin sıcaklığı(°C)	Telin direnci(ohm)
X	5	A	20	0,2R
Y	4	A	10	R
X	2	A	20	R
Y	4	A	15	1,2R
Z	6	A	20	2R

- A) A iletken telinin direnci telin kesit alanına, uzunluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak değişir.
 B) A iletken telinin direnci telin kesit alanına ve sıcaklığına bağlı olarak değişir.
 C) A iletken telinin direnci telin uzunluğuna ve kesit alanına bağlı olarak değişir.
 D) A iletken telinin direnci telin uzunluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak değişir.
 E) A iletken telinin direnci telin kesit alanına bağlı olarak değişir.

11) Öğrenciler bir fotokopi makinesinde kullanılan mürekkebin cinsi ile basılan fotokopi sayısı arasındaki ilişkiyi incelemek ister. Bunun için özdeş iki fotokopi makinesinden birine yüksek kaliteli A cinsi, diğerine ise aynı miktarda ancak düşük kaliteli B cinsi mürekkep konur. Aynı özellikte iki kâğıt alınır ve her iki fotokopi makinesinde baskıya bırakılır. Makinelerin bastıkları fotokopi sayısı belirlenir. Sizce bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?

- A) Kullanılan mürekkep miktarı arttıkça, makinenin bastığı fotokopi sayısı artar.
 B) Fotokopi makinesinde kullanılan mürekkebin kalitesi arttıkça, makinenin bastığı fotokopilerin kalitesi artar.
 C) Fotokopi makinesinde kullanılan mürekkebin kalitesi azaldıkça, makinenin bastığı fotokopi sayısı azalır.
 D) Basılan fotokopilerin kalitesi, mürekkebin cinsine bağlıdır.
 E) B cinsi mürekkebin konulduğu makinenin bastığı fotokopilerin kalitesi düşüktür.

12) Aşağıdakilerden hangisinde araştırmanın bağımlı ve bağımsız değişkenleri birlikte verilmiştir?

- A) Mürekkep miktarı, fotokopi sayısı
 B) Mürekkebin cinsi, fotokopi makinesi
 C) Mürekkebin kalitesi, fotokopi makinesi
 D) Mürekkebin kalitesi, fotokopi sayısı
 E) Fotokopi sayısı, fotokopi makinesi

13) Bir öğrenci sıvıların buharlaşma süresini etkileyen faktörleri merak etmektedir. Atmosfer sıcaklığını, sıvının cinsini, miktarını ve sıcaklığını değişken olarak saptar. “*Sıvıların buharlaşma süresi cinsine bağlı olarak değişir*” hipotezini sınamak için nasıl bir deney tasarlamalıdır?

A) Sıcaklığı 10°C , miktarı 20g olan A sıvısı, sıcaklığı 10°C , miktarı 25g olan B sıvısı ve sıcaklığı 10°C , miktarı 40g olan C sıvısı özdeş kaplara konur. 40°C , atmosfer sıcaklığındaki buharlaşma süreleri ölçülür.

B) Miktarı 20g, sıcaklığı 10°C olan A sıvısı, Miktarı 20g sıcaklığı 20°C olan B sıvısı ve miktarı 20g, sıcaklığı 25°C olan C sıvısı özdeş kaplara konur. 35°C atmosfer sıcaklığındaki buharlaşma süreleri ölçülür.

C) Miktarı 20g, sıcaklığı 10°C olan A sıvısı miktarı 10g sıcaklığı 20°C olan B sıvısı ve miktarı 25g, sıcaklığı 25°C olan C sıvısı özdeş kaplara konur. 45°C atmosfer sıcaklığındaki buharlaşma süreleri ölçülür.

D) Sıcaklığı 20°C , miktarı 30g olan A sıvısı, sıcaklığı 20°C , miktarı 30g olan B sıvısı ve sıcaklığı 20°C , miktarı 30g olan C sıvısı özdeş kaplara konur. 45°C , atmosfer sıcaklığındaki buharlaşma süreleri ölçülür.

E) Sıcaklığı 10°C , miktarı 20g olan A sıvısı, sıcaklığı 10°C , miktarı 20g olan B sıvısı ve sıcaklığı 10°C , miktarı 20g olan C sıvısı özdeş kaplara konur. 30°C , 35°C ve 40°C atmosfer sıcaklıklarındaki buharlaşma süreleri ölçülür.

14) Üç farklı firmanın her biri, akvaryum suyunun yosunlaşmasını geciktirecek farklı birer ilaç üretirler. Bir araştırmacı grubu, bu üç ilahtan etkinliği en yüksek olanı belirlemek ister. Bunun için her birinin içinde aynı cins ve sayıda balık bulunan üç özdeş akvaryum suyuna sırasıyla bu ilaçlar damlatılır. Buna göre en iyi ilacın hangisi olduğu nasıl belirlenir?

A) Akvaryum sularına ilave edilen ilaçların miktarları ile suların yosunlaşmaya başlayıncaya kadar geçen süreleri karşılaştırılır.

B) Akvaryum sularının yosunlaşmaya başlayıncaya kadar geçen süreleri ölçülür.

C) Akvaryumdaki sular yosunlaşmaya başladığı andan itibaren, balıkların yaşam süreleri ölçülür.

D) Akvaryumdaki suların yosunlanmaya başlayıncaya kadar geçen süreleri ile balıkların yaşam süreleri karşılaştırılır.

E) Akvaryum sularına ilave edilen ilaçların miktarları ile balıkların yaşam süreleri karşılaştırılır.

15) Gamze, bir sıvının yüzey gerilim katsayısının nelere bağlı olarak değiştiğini merak etmektedir. Sıvının cinsi, sıcaklığı, yüzeyinin temizliği, dış ortamın cinsi gibi özellikleri değişken olarak belirler. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir: 'Sıvıların yüzey gerilim katsayısı sıcaklığına bağlı olarak değişir.' Sizce Gamze bu hipotezini sınamak için nasıl bir deney tasarlamalıdır?

- A) Sıcaklığı 30°C olan A sıvısı, 10°C olan B sıvısı ve 50°C olan C sıvısı üç kabın içine ayrı ayrı konur. Yüzeylerinin temizliği aynı olan üç sıvının aynı ortamdaki yüzey gerilim katsayıları ölçülür.
- B) Sıcaklığı 10°C olan A sıvısı, 35°C olan A sıvısı ve 60°C olan A sıvısı aynı ortamdaki üç kabın içine ayrı ayrı konur. Yüzeylerinin temizliği aynı olan suların aynı ortamdaki yüzey gerilim katsayıları ölçülür.
- C) Sıcaklıkları sırasıyla 10°C, 35°C ve 60°C olan B sıvıları üç kabın içine ayrı ayrı konur. Yüzeylerinin temizliği aynı olan suların farklı sıcaklıktaki ortamlarda yüzey gerilim katsayıları ölçülür.
- D) Sıcaklıkları aynı olan A, B ve C sıvıları sırasıyla üç kabın içine ayrı ayrı konur. Yüzeylerinin temizliği aynı olan suların sırasıyla 10°C, 50°C ve 80°C sıcaklıktaki ortamlarda yüzey gerilim katsayıları ölçülür.
- E) Sıcaklığı 10°C olan A sıvısı, 30°C olan B sıvısı ve 50°C olan C sıvısı üç kabın içine ayrı ayrı konur. Yüzeylerinin temizliği aynı olan bu sıvıların farklı sıcaklıktaki ortamlarda yüzey gerilim katsayıları ölçülür.

16) Bir araştırmacı grubu, bitkilere verilen gübrenin cinsi ile bitki boyunun uzama miktarı arasındaki ilişkiyi incelemek ister. Aynı özellikte ve başlangıç boyları eşit iki bitkiden birine X cinsi, diğerine ise aynı miktarda, farklı kalitede Y cinsi gübre verilir. Aynı miktarda güneş ışığı ve su verilen her iki bitkinin 20 gün sonraki boyları ölçülür. Sizce bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?

- A) Bitkilerin uzama miktarı, verilen gübre miktarına bağlıdır.
- B) Gübrenin kalitesi arttıkça, bitkilerin uzama miktarı artar.
- C) Gübrenin kalitesi arttıkça, bitkilere verilen miktarı azaltılmalıdır.
- D) Bitkilerin uzama miktarı, gübrenin cinsine bağlı, miktarından bağımsızdır.
- E) Verilen gübre miktarı değişmedikçe, aynı cins bitkilerin uzama miktarı değişmez.

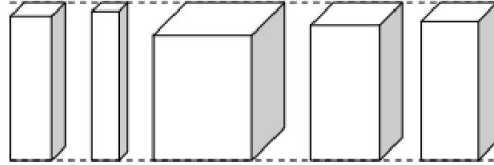
17) Aşağıdakilerden hangisi araştırmanın kontrol edilen değişkenlerinden biri değildir?

- A) Bitkilerin cinsi
- B) Bitkilerin uzama miktarı
- C) Gübrelerin miktarı
- D) Bitkilerin başlangıç boyları
- E) Bitkilere verilen su miktarı

18) Araştırmanın bağımsız değişken/değişkenleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gübre miktarı
- B) Bitkinin uzama miktarı
- C) Gübrenin cinsi
- D) Gübre miktarı, bitkiye verilen güneş ışığı ve su miktarı
- E) Gübrenin cinsi ve bitkinin uzama miktarı

19) Bir araştırmacı ağırlıkları ve yapıldığı maddeleri aynı, yüzey alanları farklı kare piramit şeklindeki cisimlerin, sıvıya daldırıldığında ne kadar batacağını belirlemek ister. Bunun için içinde deniz suyunun bulunduğu genişçe bir kaba cisimleri şekildeki gibi daldırır ve cisimlerin su yüzeyinin altında kalan yüksekliklerini ölçer.



Araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmaktadır?

- A) Bir cismin sıvı içinde ne kadar batacağı, ağırlığına ve yüzey alanına bağlı, yapıldığı maddeden bağımsızdır.
- B) Eşit ağırlıklı bütün cisimler, sıvı içinde eşit miktarda batar.
- C) Bir cismin sıvı içinde ne kadar batacağı, ağırlığına ve yüzey alanına bağlıdır.
- D) Bir cismin sıvı içinde ne kadar batacağı, yüzey alanına bağlıdır.
- E) Bir cismin sıvı içinde ne kadar batacağı, yüzey alanına bağlı, yapıldığı maddeden bağımsızdır.

20) Aşağıdakilerden hangisi araştırmanın kontrol edilen değişkenlerinden biri değildir?

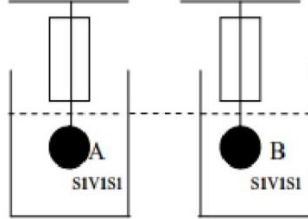
- A) Cisimlerin ağırlığı,
- B) Cisimlerin yüzey alanı
- C) Cisimlerin şekli
- D) Sıvının cinsi
- E) Cisimlerin yapıldığı maddeler

21) Araştırmanın bağımsız değişken/değişkenleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Cisimlerin su yüzeyinin altında kalan yükseklikleri
- B) Cisimlerin ağırlığı, yapıldığı maddeler ve sıvının cinsi
- C) Cisimlerin yüzey alanı
- D) Cisimlerin ağırlığı ve yapıldığı maddeler
- E) Cisimlerin ağırlığı, yüzey alanı ve yapıldığı maddeler

(22. soruyu aşağıdaki açıklamaya göre cevaplayınız)

Bir cismin sıvıdaki ağırlığını etkileyen faktörlerin neler olduğu araştırılmaktadır. Cismin ağırlığı ve hacmi, yerçekimi ivmesi, sıvının cinsi ve sıcaklığı değişkenler olarak saptanır. Deney için aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi aynı ortamda bulunan özdeş iki kap alınır. Bu kaplardan birincisine A sıvısı, ikincisine ise B sıvısı konur. Sıvıların sıcaklıkları 20°C 'de sabit tutulmaktadır. Bir uçlarından dinamometreye bağlı, eşit ağırlıklı ve hacimli iki bilye sıvıların içine daldırılır. Ağırlık ölçer yardımıyla bilyelerin A ve B sıvılarındaki ağırlıkları ölçülür.



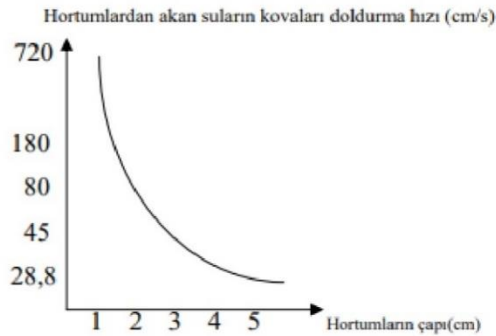
22) Sizce araştırmada hangi hipotez sınanmıştır?

- A) Cismin sıvıdaki ağırlığı sıvının cinsine bağlı, cismin şeklinden bağımsızdır.
- B) Cismin sıvıdaki ağırlığı, sıvının cinsine bağlı, sıvı miktarından bağımsızdır.
- C) Bir cismin sıvıdaki ağırlığı, sıvının cinsine bağlıdır.
- D) Bir cismin sıvıdaki ağırlığı, cismin şeklinden ve sıvı miktarından bağımsızdır.
- E) Bir cismin sıvıdaki ağırlığı, sıvının cinsine bağlı, sıvı miktarından ve cismin şeklinden bağımsızdır.

23) Sıcaklık 0°C 'nin altına düşeceği zaman, araba motorlarının soğutma suyunun donma sıcaklığını düşürmek için suya antifriz ilave edilir. Bir araştırmacı piyasada bulunan farklı marka antifrizlerden hangisinin soğuk hava şartlarında daha etkili olduğunu belirlemek ister. Bunun için aynı miktar ve sıcaklıkta su bulunan özdeş kaplardan her birine farklı marka antifrizlerden aynı miktarda ilave eder. Suları, sıcaklığın yeterince düşük olduğu bir ortamda bırakır. Buna göre hangi marka antifrizin daha etkili olduğu nasıl belirlenir?

- A) Suların antifriz ilave edilmeden önceki miktarları belirlenir.
- B) Suların antifriz ilave edildikten sonraki donma sıcaklıkları ölçülür.
- C) Suların antifriz ilave edildikten sonraki donma sıcaklığı ile antifriz miktarları karşılaştırılır.
- D) Suların antifriz ilave edilmeden önceki miktarları ile antifriz ilave edildikten sonraki donma sıcaklıkları karşılaştırılır.
- E) Suların antifriz ilave edilmeden önceki donma sıcaklıkları ile antifriz miktarları karşılaştırılır.

24) Özdeş (aynı biçim ve hacimdeki) kovaları tamamen su ile doldurmak için akış oranları aynı olan 5 çeşmeye her birinin çapı farklı olan 5 hortum bağlanır. Bu hortumlardan akan suların kovaları doldurma hızları ölçülür. Yapılan çalışma sonunda elde edilen bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

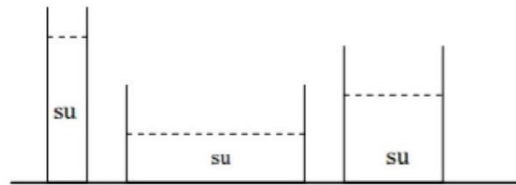


Aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde açıklamaktadır?

- A) Hortumun çapı genişledikçe, suyun hortumdan çıkış hızı artar.
- B) Hortumu terk eden su miktarı değişmediği için özdeş kovaların hepsi aynı anda dolar.
- C) Hortumun çapı genişledikçe, suyun özdeş kovaları doldurma süresi azalır.
- D) Suyun hortumdan çıkış hızı arttıkça, özdeş kovaları doldurma süresi azalır.
- E) Hortumun çapı daraldıkça hortumu terk eden su miktarı artar.

(25. 26. ve 27. soruları aşağıdaki açıklamaya göre cevaplayınız.)

Bir sıvının açık havadaki buharlaşma hızını etkileyen faktörlerin neler olduğu araştırılmaktadır. Bunun için aşağıdaki şekilde görülen üç kap aynı miktarda ve aynı sıcaklıkta su ile doldurulur. Kaplar aynı miktarda güneş ısısı alacak şekilde bir yere konur. Sıvıların buharlaşma hızı ölçülür.



25) Sizce araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmıştır?

- A) Bir sıvının kap içindeki yüksekliği arttıkça buharlaşma hızı değişir.
- B) Bir sıvının buharlaşma hızı, sıvının havaya açık olan yüzeyine bağlı, kap içindeki yüksekliğinden bağımsızdır.
- C) Bir sıvının açık havadaki buharlaşma hızı; sıvının havaya açık olan yüzeyine bağlı değildir.
- D) Aynı miktar ve sıcaklıktaki suların aldığı güneş ısısı miktarı artarsa buharlaşma hızı artar.
- E) Bir sıvının açık havadaki buharlaşma hızı; sıvının havaya açık olan yüzeyinin büyüklüğüne ve kap içindeki yüksekliğine bağlı olarak değişir.

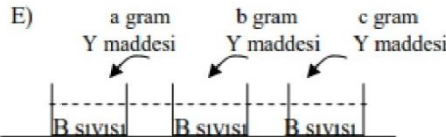
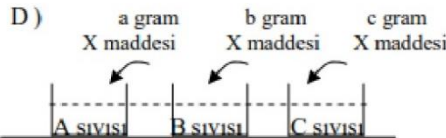
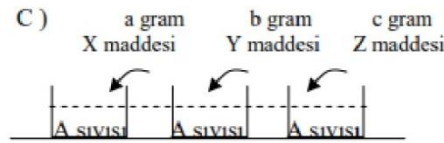
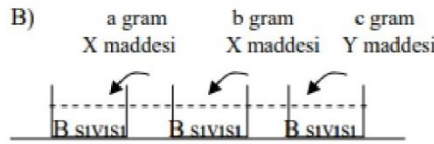
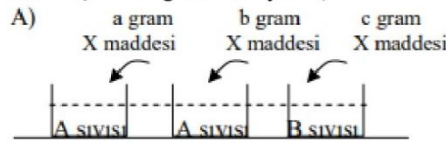
26) Araştırmada kontrol edilen değişken/değişkenler hangisidir?

- A) Sıvıların buharlaşma hızı
- B) Sıvıların havaya açık olan yüzeyinin büyüklüğü
- C) Sıvıların cinsi, miktarı ve sıcaklığı
- D) Sıvıların cinsi ve miktarı ve yüksekliği
- E) Kaplardaki sıvıların aldığı güneş ısı

27) Araştırmanın bağımsız değişken/değişkenleri hangisidir?

- A) Sıvıların havaya açık olan yüzeyinin büyüklüğü
- B) Kaplardaki sıvıların yüksekliği
- C) Sıvıların buharlaşma hızı
- D) Sıvıların cinsi, miktarı ve sıcaklığı
- E) Sıvıların cinsi, miktarı ve yüksekliği

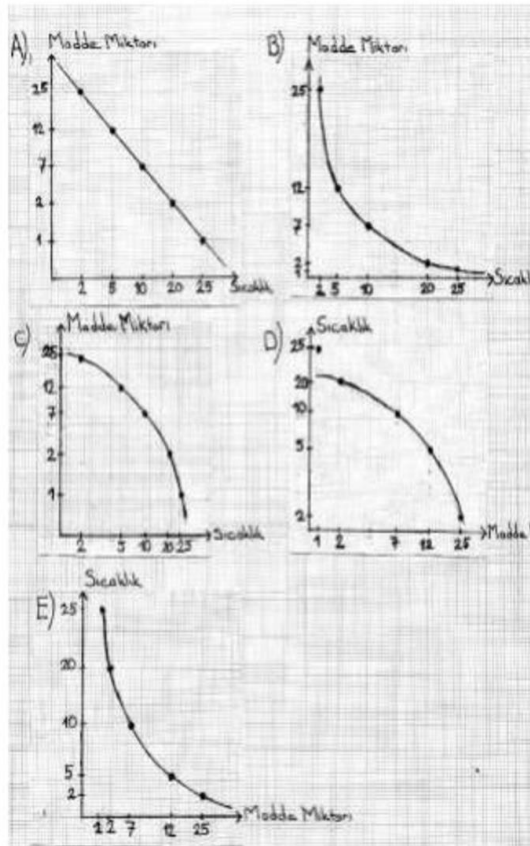
28) '*Sıvıların kaynama sıcaklığı, içerisinde çözünebilen yabancı maddenin miktarına bağlı olarak değişir.*' hipotezini sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarının hangisi uygulanmalıdır? (Sıvıların özdeş ısıtıcılarla ısıtıldığını ve yabancı maddelerin sıvı içinde tamamının çözüldüğünü varsayınız.)



29) Bir kabın içinde ısıtılan bir sıvının farklı sıcaklıklardaki madde miktarı ölçülerek aşağıdaki veriler elde edilir.

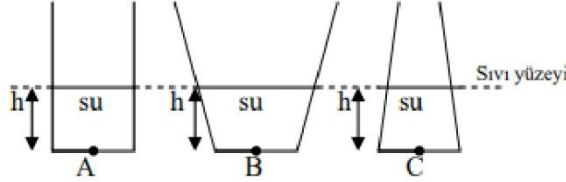
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Madde miktarı (g)
2	25
5	12
10	7
20	2
25	1

Sizce aşağıdaki grafiklerden hangisi bu verileri en iyi şekilde yansıtır?



(30., 31., 32. ve 33. soruları aşağıdaki açıklamaya göre cevaplayınız.)

Bir öğrenci, sıvı içindeki herhangi bir noktanın basıncının; sıvının cinsine ve yüzeyden itibaren ölçülen derinliğe bağlı olarak değiştiğini düşünmektedir. Bir araştırma yapmaya karar verir ve aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi biçimleri farklı üç kova alır. Bunlardan her birini eşit yüksekliğe gelecek şekilde aynı sıcaklıkta su ile doldurur ve A, B, C noktalarındaki sıvı basıncını ölçer.



30) Araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmaktadır?

- A) Sıvı içinde herhangi bir noktadaki basınç, sıvı miktarından bağımsızdır.
- B) Sıvı içinde herhangi bir noktadaki basınç, sıvının cinsine bağlı, kabın biçiminden bağımsızdır.
- C) Sıvıların basıncı, sıvının cinsine ve yüzeyden itibaren ölçülen derinliğe bağlı olarak değişir.
- D) Sıvıların basıncı, sıvının cinsine ve yüzeyden itibaren ölçülen derinliğine bağlı, kabın biçiminden bağımsızdır.
- E) Sıvıların basıncı sıvının sıcaklığına, cinsine ve yüzeyden itibaren ölçülen derinliğe bağlı olarak değişir.

31) Araştırmada kontrol edilen değişken/değişkenler hangisidir?

- A) Sıvı basıncı ve sıvı miktarı
- B) Sıvının cinsi, sıcaklığı ve yüzeyden itibaren ölçülen derinlik
- C) Kabın biçimi
- D) Sıvının cinsi ve yüzeyden itibaren ölçülen derinlik
- E) Sıvının cinsi, miktarı ve sıcaklığı

32) Araştırmada bağımsız değişken/değişkenler hangisidir?

- A) Sıvı basıncı
- B) Sıvının cinsi ve sıcaklığı
- C) Sıvı miktarı
- D) Sıvının cinsi
- E) Yüzeyden itibaren ölçülen derinlik

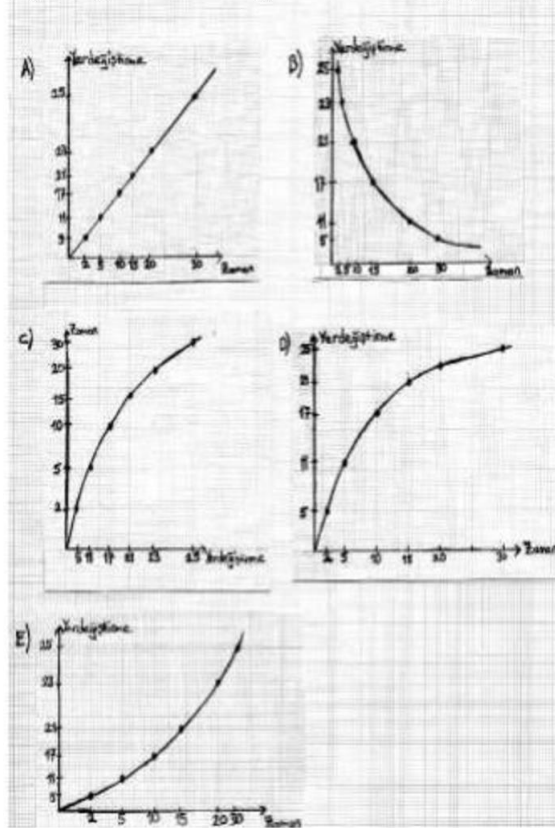
33) Araştırmanın bağımlı değişken/değişkenleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Sıvının cinsi
- B) Yüzeyden itibaren ölçülen derinlik
- C) Sıvı basıncı
- D) Sıvının cinsi ve sıcaklığı
- E) Sıvı miktarı

34) Bir otomobilin farklı zamanlardaki yer değıştirmesi ölçölerek aşğıdaki tablo elde edilmiştir.

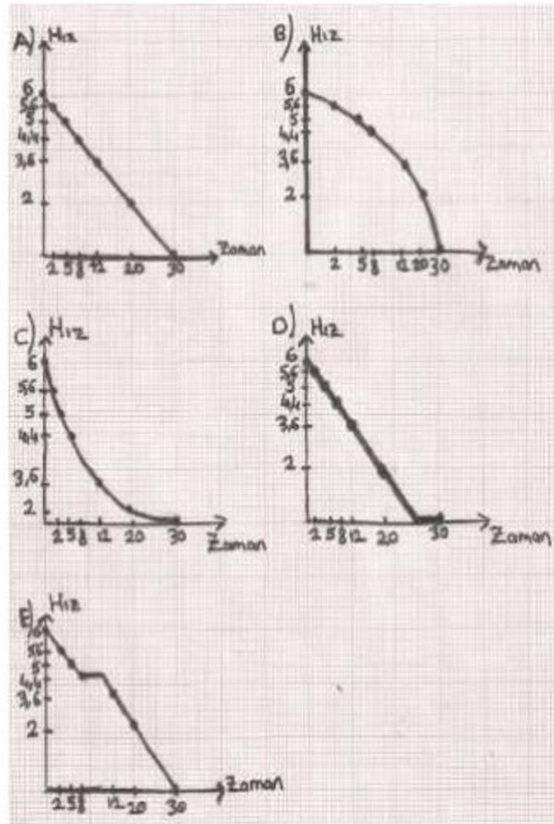
Zaman (s)	Yer değıştirme (m/s)
2	5
5	11
10	17
15	21
20	23
30	25

Aşğıdaki grafiklerden hangisi bu verileri en iyi şekilde yansıtır?



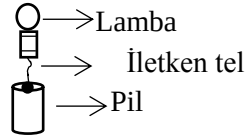
35) 6 m/s'lik bir ilk hızla fırlatılan bowling topunun duruncaya kadar farklı saniyelerdeki hızı ölçülerek aşağıdaki değerler elde edilmiştir. Aşağıdaki grafiklerden hangisi bu verileri en doğru şekilde yansıtır?

Zaman (s)	Hız (m/s)
2	5,6
5	5
8	4,4
12	3,6
20	2
30	0



EK 5. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU SORULARI

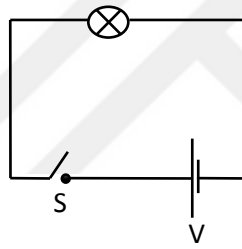
1)



Yukarıdaki şekilde yer alan lambanın ışık verip veremeyeceği hakkında ne söyleyebilirsiniz? Cevabınızın nedenini açıklayabilir misiniz?

- Eğer lambanın ışık veremeyeceğini düşünüyorsanız; lambanın ışık vermesi için ne yapılmalıdır?

2)



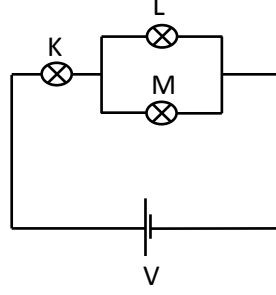
Şekildeki devrede S anahtarı kapatıldığında lamba ışık vermeye başlar. Lambanın nasıl ışık verdiğini fiziksel olarak açıklar mısınız?

- Anahtar açılırsa lamba ışık vermeye devam eder mi?

3) “Kısa devre” ne demektir? Kısa devre nasıl gerçekleşir?

4) “Açık devre” ne demektir? Açık devre nasıl gerçekleşir?

5)



Yukarıda yer alan şekildeki devrede K, L ve M lambalarının üzerinden geçen akımlar ve bu lambaların uçları arasındaki potansiyel farklar belirlenmek isteniyor. Bunun için;

a) K lambasının gerilimini belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

L lambasının gerilimini belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

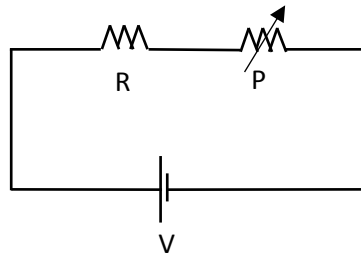
M lambasının gerilimini belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

b) K lambasından geçen akımı belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

L lambasından geçen akımı belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

M lambasından geçen akımı belirlemek için hangi ölçü aleti kullanılmalı ve nereye bağlanmalıdır?

6)

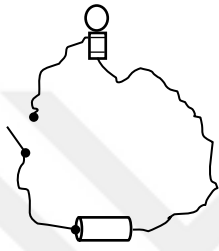


Yukarıdaki şekilde P potansiyometresinin direnci yavaşça arttırılırsa R direncinin uçları arasındaki potansiyel fark nasıl değişir? Cevabınızın nedenini açıklayabilir misiniz?

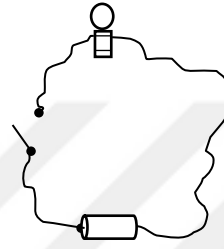
EK 6. ETKİNLİK KÂĞITLARI

EK 6.1. ETKİNLİK KÂĞIDI 1

Ali, Ayşe ve Ahmet fen dersleri için basit bir elektrik devresi kurmak istemektedir. Devrelerinde bir pil, bir lamba ve bir de anahtar bulunacaktır. Ali Şekil I'de görülen devreyi, Ayşe Şekil II'de görülen devreyi ve Ahmet ise Şekil III'te görülen devreyi kurarak okula gelmiştir. Her devrede anahtarları kapattıklarında devrelerin çalışıp çalışmayacağı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Her bir devre için çalışacaksa neden çalışacağını, çalışmayacaksa devredeki problemin ne olduğunu belirtiniz.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Cevabınızın nedenini yazınız.

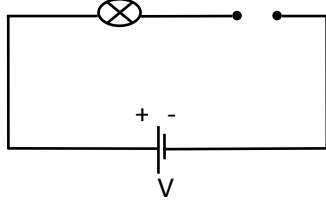
Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

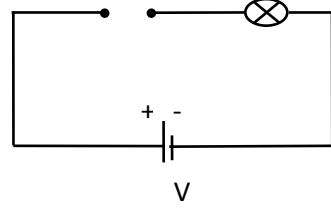
Deney sonucunu yazınız.

EK 6.2. ETKİNLİK KÂĞIDI 2

Her bir devre için Cengiz Şekil I’de, Selim ise Şekil II’de görülen devreyi kurarak derse gelmişlerdir. Şekil I ve Şekil II’deki devrelerde yer alan lambaların ışık verip verememe sebebini açıklayınız.



Şekil I



Şekil II

Yukarıdaki devrelerin çalışıp çalışmayacağı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Her bir devre için çalışıyorsa neden çalışacağını, çalışmayacaksa devredeki problemin ne olduğunu belirtiniz.

Cevabınızın nedenini yazınız.

Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Deney sonucunu yazınız.

EK 6.3. ETKİNLİK KÂĞIDI 3

Karanlık bir oda bir pil ve iki lamba kullanılarak aydınlatılmak istenmektedir. Eve gelen elektrikçilerden biri iki lambanın birbirine seri bağlanması durumunda odanın daha çok aydınlanacağını söylerken, diğeri paralel bağlanması durumunda daha iyi aydınlanacağını savunmuştur. Oda'nın daha aydınlık olması için hangi tip bağlama yapılmalıdır?

Cevabınızın nedenini yazınız.

--

Hipotezinizi yazınız.

--

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

--

Deney sonucunu yazınız.

--

EK 6.4. ETKİNLİK KÂĞIDI 4

Ahmet elindeki iki lambayı bir pil kullanarak önce seri sonra da paralel bağlamıştır. Lambaları seri bağladığında her iki lambada ışık vermezken; paralel bağladığında bir lamba ışık vermiştir. Sizce bu durumun sebebi ne olabilir?

Cevabınızın nedenini yazınız.

--

Hipotezinizi yazınız.

--

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

--

Deney sonucunu yazınız.

--

EK 6.5. ETKİNLİK KÂĞIDI 5

Ayşe'nin elinde değerini bilmediği bir direnç, ayarlanabilir gerilim sağlayan bir güç kaynağı, bir ampermetre ve bir voltmetre vardır. Ayşe elindeki malzemeleri kullanarak direncin değerini belirlemek isterse nasıl bir deney yapmalıdır?

Cevabınızın nedenini yazınız.

--

Hipotezinizi yazınız.

--

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

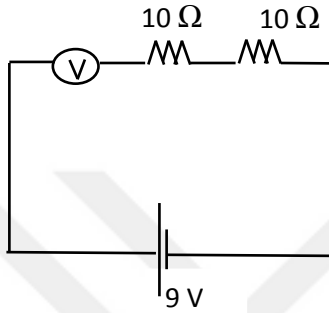
--

Deney sonucunu yazınız.

--

EK 6.6. ETKİNLİK KÂĞIDI 6

Ahmet eşit büyüklükteki iki direnci seri bağlayarak her bir direncin gerilimini belirlemek istiyor. Teorik olarak seri bağlı eşit büyüklükteki dirençlerin pilin gerilimini eşit paylaşacaklarını biliyor. Deney için 9 V'luk bir pil, $10\ \Omega$ 'luk iki direnç ve bir voltmetre kullanarak aşağıdaki şekilde yer alan devreyi kuruyor.



Ahmet voltmetreyi gözlemlediğinde okuduğu değerin beklediğinden farklı olduğunu görüyor. Voltmetre kaç V'u okumuştur? Ahmet'in beklediği sonuca ulaşamamasının nedeni nedir?

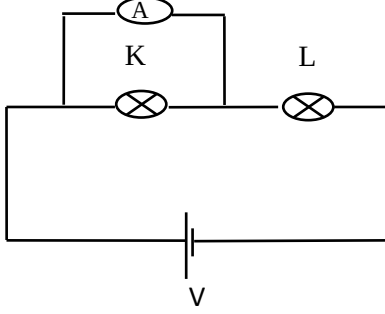
Cevabınızın nedenini yazınız.

Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Deney sonucunu yazınız.

EK 6.7. ETKİNLİK KÂĞIDI 7



Ali şekildeki devreyi kurarak K lambasından geçen akımı belirlemek istiyor. Cansu bu devreyi gördüğünde ampermetrenin akımı okuyacağını ancak L lambasının parlaklığının değişeceğini söylemiştir. Ali ise bu fikre karşı çıkarak devreye bağladığı ölçü aletinin devre elemanlarının parlaklıkları üzerinde bir etkisinin olmayacağını savunmuştur. Ali'nin devreye bağladığı ampermetre devre elemanlarının parlaklıklarını etkiler mi? Ali bu devre ile K lambasından geçen akımı belirleyebilir mi?

Cevabınızın nedenini yazınız.

Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Deney sonucunu yazınız.

EK 6.8. ETKİNLİK KÂĞIDI 8

Ahmet'in elinde 3 V'luk gerilimle çalışan bir lamba ve 9V'luk bir pil bulunmaktadır. Ahmet lambayı çalıştırmak istemektedir; ancak lambayı pile bağlaması durumunda lambanın patlayacağını bilmektedir. Bunun üzerine daha küçük gerilimli bir pil bulabilmek için odasını aramaya başlar. Ancak aramaları sonucunda bulabildiği tek şey 10 Ω 'luk 5 adet direnç olmuştur. Ahmet bu dirençleri kullanarak lambayı patlatmadan yakabilir mi?

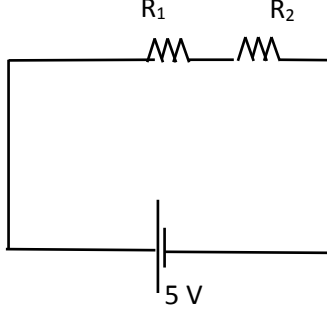
Cevabınızın nedenini yazınız.

Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Deney sonucunu yazınız.

EK 6.9. ETKİNLİK KÂĞIDI 9



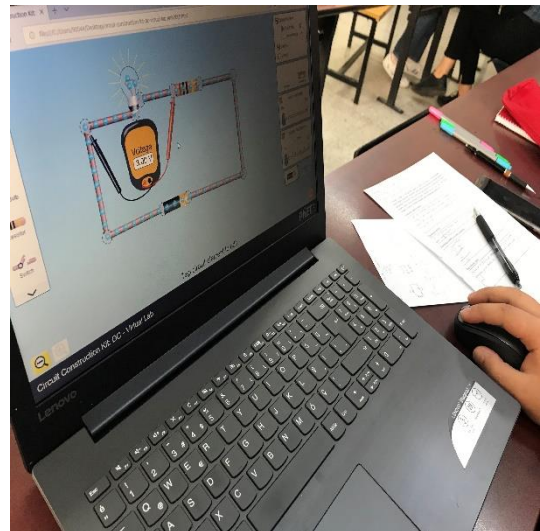
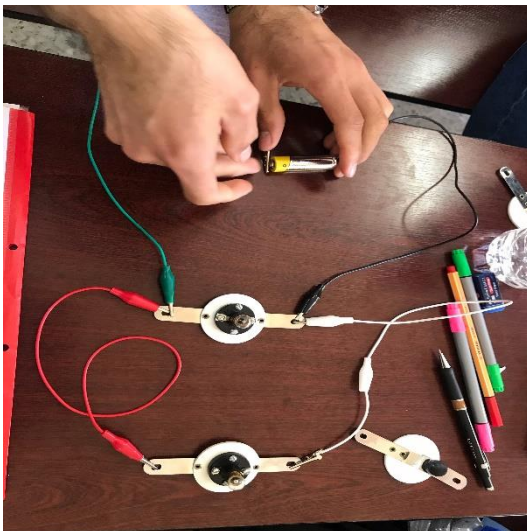
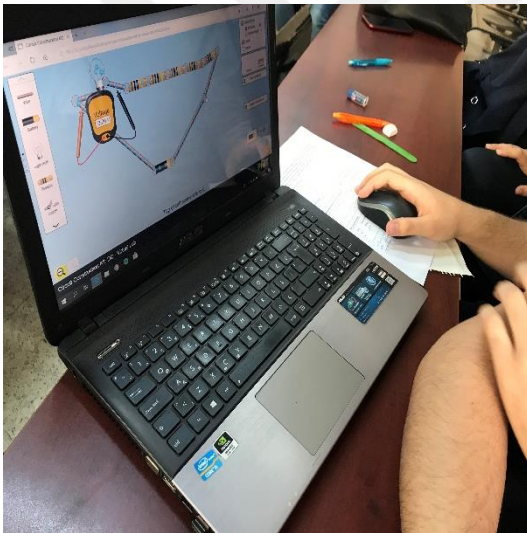
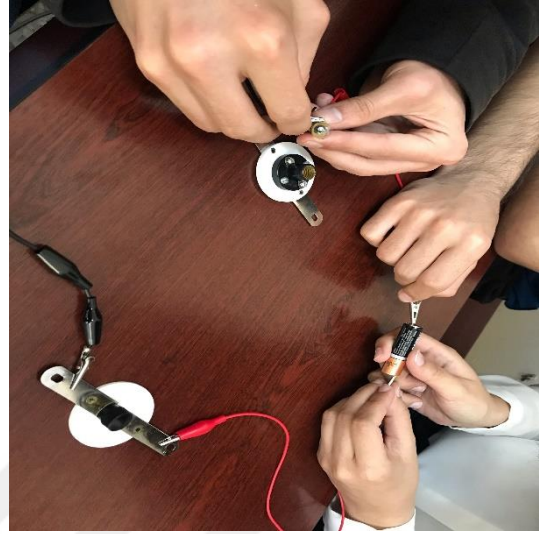
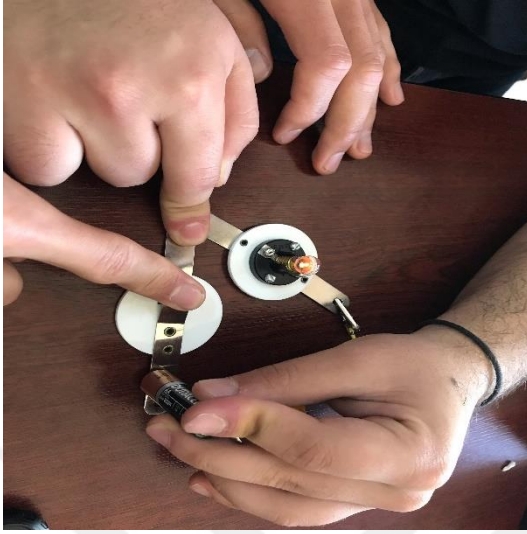
Şekildeki devrede R_1 direncinin değeri 0Ω 'dan başlayarak 1'er ohm arttırılıyor. R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel fark nasıl değişir?

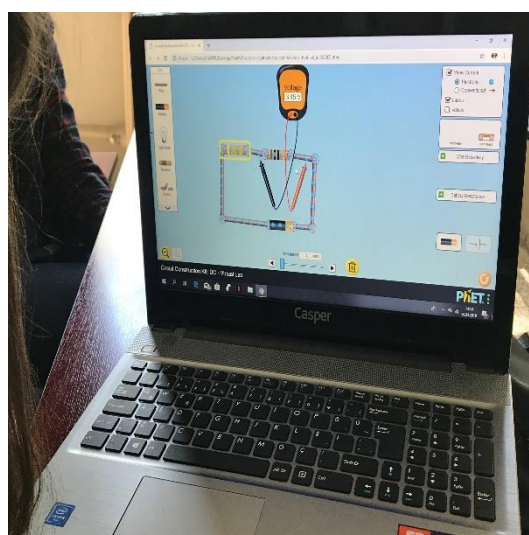
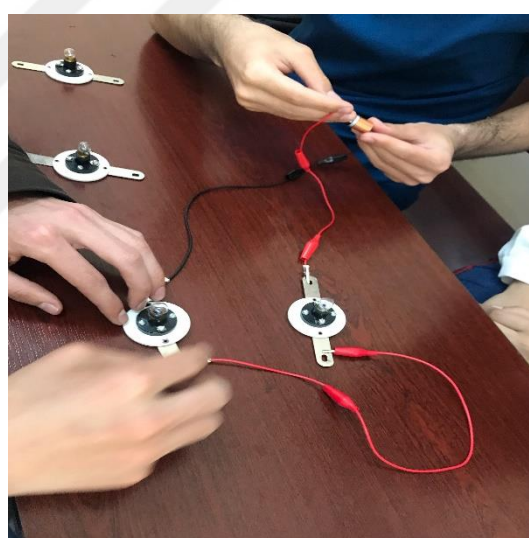
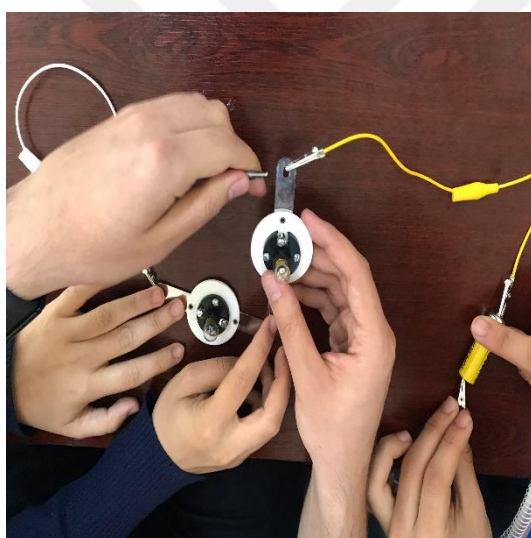
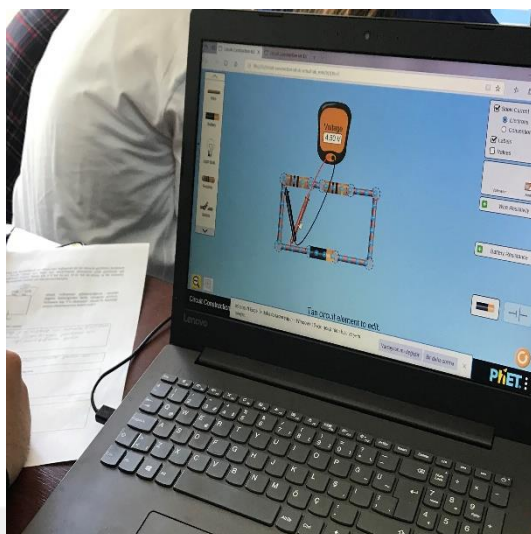
Cevabınızın nedenini yazınız.

Hipotezinizi yazınız.

Hipotezinizi sınamak için bir deney tasarlayınız.

Deney sonucunu yazınız.

EK 7. DENEYSEL UYGULAMALARA İLİŞKİN BAZI FOTOĞRAFLAR



EK 8. GÖNÜLLÜ KATILIMCI ONAM FORMU

Tarih:.....

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK KURULU**

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU (Örnek olarak sunulmuştur. Araştırmacı tarafından düzenlenebilir.)

Bu formun amacı katılmanız rica edilen araştırma ile ilgili olarak sizi bilgilendirmek ve katılmanız ile ilgili izin almaktır.

Bu kapsamda “Sorgulama Temelli Öğrenmenin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi” başlıklı araştırma “Çiğdem ŞENYİĞİT” tarafından **gönüllü katılımcılarla** yürütülmektedir. Araştırma sırasında sizden alınacak bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırma sürecinde konu ile ilgili her türlü soru ve görüşleriniz için aşağıda iletişim bilgisi bulunan araştırmacıyla görüşebilirsiniz. Bu araştırmaya **katılmama** hakkınız bulunmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya katıldıktan sonra çalışmadan **çıkabilirsiniz**. Bu formu onaylamanız, **araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** anlamına gelecektir.

Araştırmayla İlgili Bilgiler:

Araştırmanın Amacı: Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri ve kavramsal anlamalarına etkisini incelemek

Araştırmanın Nedeni: Gelecekte ilköğretim öğrencilerine hitap edecek ve sorgulama, araştırma gibi niteliklerin yanı sıra bilimsel süreç becerilerini ve alana yönelik doğru kavramları onlara ilk elden kazandıracak olan sınıf öğretmeni adaylarının öncelikle tüm bunlara ne derece sahip olduklarının belirlenmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının, gelecekte öğrencilerin sorgulama temelli öğrenme aracılığıyla Milli Eğitim tarafından Fen Bilimleri dersi öğretim programı ile hedeflenen becerilere ve kazanımlara ulaşmalarını sağlaması, öğretmen adaylarının bu öğrenme ortamı içerisinde yetişmiş olmalarına bağlıdır. Bu nedenlerden dolayı bu araştırmada sorgulama temelli öğrenmenin sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileri ve kavramsal anlamalarına etkisi incelenecektir.

Süresi: Araştırma 6 hafta süre ile gerçekleştirilecektir.

Araştırmanın Yürütüleceği Yer: Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 1-B Sınıfı

Çalışmaya Katılım Onayı:

Katılmam beklenen çalışmanın amacını, nedenini, katılmam gereken süreyi ve yeri ile ilgili bilgileri okudum ve gönüllü olarak çalışma süresince üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili ayrıntılı açıklamalar sözlü olarak araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışma ile ilgili faydalar ve riskler ile ilgili bilgilendirildim.

Bu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Islak imzası ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Çiğdem ŞENYİĞİT

e-posta: cigdem.senyigit@deu.edu.tr

İmzası:

