T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK ALAN VE POTANSİYEL KONULARININ ARGÜMANTASYON TEMELLİ ÖĞRETİMİN BİLGİYİ İÇSELLEŞTİRME ÜZERİNE ETKİSİ

İLDAHAN ÖZDEYİŞ ÇOLAK

İzmir
2021

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK ALAN VE POTANSİYEL KONULARININ ARGÜMANTASYON TEMELLİ ÖĞRETİMİN BİLGİYİ İÇSELLEŞTİRME ÜZERİNE ETKİSİ

İLDAHAN ÖZDEYİŞ ÇOLAK

DANIŞMAN
PROF. DR. MUSTAFA EROL

İzmir
2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Elektrik Alan ve Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisi" adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

15/06/2021

İldahan Özdeyiş ÇOLAK

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 27/06/2021

Tez Başlığı:

Elektrik Alan ve Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisi
Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 168 sayfalık kısmına ilişkin, 27/06/2021 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (**Turnitin**-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı % 29 dir.**

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) □	**Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** ☒
□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça hariç, □ Alıntılar dâhil, □ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça dâhil, □ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☒ **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** ☒	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının 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 : İldahan Özdeyiş ÇOLAK
Öğrenci No : 2018950097
Anabilim Dalı : Fen ve Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Programı : Fizik Öğretmenliği
Statüsü : Yüksek Lisans ☒ Doktora □

ÖĞRENCİ
İldahan Özdeyiş ÇOLAK

27/06/2021
(Adı Soyadı, İmza, Tarih)

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mustafa EROL

27/06/2021
(Unvan, Adı Soyadı, İmza, Tarih)

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

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, bilgileriyle ve tecrübesiyle yoluma ışık tutan, hem manevi olarak beni her daim destekleyen hem de sonsuz tecrübesi ve bilgisiyle çıktığım bu akademik yolda bana inanarak ve güvenerek destekleriyle bu yola olan inancımı her defasında daha da arttıran, lisans ve yüksek lisans dönemi boyunca hep daha iyi ve nitelikli çalışmalar yapmamı sağlayan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Mustafa EROL'a tüm emekleri, alakası ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez materyallerimin geliştirilme sürecinde bilgileri ve tecrübeleriyle danışmanlıklarını benden esirgemeyen Prof. Dr. Serap ÇALIŞKAN ve Doç. Dr. Fatih ÖNDER hocalarıma çok teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans dönemimde desteklerini asla esirgemeyen, beni teşvik eden ve bana olan inançlarını asla kaybetmeyen ve benimle her zaman gurur duyan canım annem Berna ÇOLAK'a, canım babam Göksal ÇOLAK'a ve en değerlilerim Eylül ÇOLAK ve Çağan ÇOLAK'a sonsuz teşekkür ederim.

Manevi olarak ikinci ailem dediğim, lisans ve yüksek lisans dönemlerim boyunca başarılarımla övünen, gurur duyan, destekleyen ve bana olan inançlarını yitirmeyen Caner SARAN ve Derya SARAN'a, Yasin SAĞLAM ve SIRMA SAĞLAM'a, Deniz TOPO'ya, manevi kız kardeşlerim Pembegül ÇAKIR ve Sevcihan Büşra ÇAKMAKÇI'ya, dostlarım Sercan KILIÇ, Serhat ÇAKIR ve Nevzat Arda ŞENERGÜÇ'e sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak tez sürecim boyunca iyi ya da kötü yaşadığım her tecrübeye, her ana, hayata dair her yeni derse ve bilgiye, bunları tecrübe edip yaşamamı sağlayan herkese teşekkür ederim.

İldahan Özdeyiş ÇOLAK, 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i

TABLOLAR LİSTESİ viii

ŞEKİLLER LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

BÖLÜM I 1

GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1

1.1.1. Fizik Eğitimi 1

1.1.2. Elektrik ve Elektrik öğretimi 3

1.1.3. Eğitim Felsefesi 5

1.1.4. Öğrenme kuramları 7

1.1.5. Öğretim yöntem ve stratejileri 9

1.1.5.1. Öğretim stratejileri 9

1.1.5.2. Öğretim yöntemleri 10

1.1.6. Öğretim Teknikleri 12

1.1.7. Argümantasyon Temelli Öğretim 13

1.1.7.1. Toulmin'in Argümantasyon Modeli 15

1.1.7.2. Argümantasyona Dayalı Fen Etkinlikleri 17

1.1.8. Bilgiyi İçselleştirme 17

1.1.8.1. Kavramsal Anlama 19

1.1.8.2. Üst Düzey Düşünme Becerileri 20

1.2. Amaç ve Önem 21

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri 22

1.4. Tanımlar 23

BÖLÜM II 24

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 24

2.1. Fen Eğitiminde Argümantasyon Temelli Öğretim ile İlgili Çalışmalar 24
2.2. Bilgiyi İçselleştirme 28
2.2.1. Fen Eğitiminde Kavramsal Anlama ile İlgili Çalışmalar 28
2.2.2.1. Üst düzey düşünme becerileri ile ilgili çalışmalar 29
2.3. Elektrik konusunun öğretimi ile İlgili Çalışmalar 30
2.4. Fen Eğitiminde Nitel Araştırmalar 32
BÖLÜM III 35

YÖNTEM 35

3.1. Araştırma Modeli 35
3.1.1. Nitel Araştırma Aşamaları 36
3.2. Evren ve Örneklem 37
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları 37
3.3.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular 37
3.3.2. Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 38
3.4. Deney Deseni 39
3.5. İşlem Yolu 39
3.6. Denel İşlemler 40
3.6.1. Elektrik alan ve potansiyel ders anlatım süreci 41
3.6.1.1. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi 42
3.6.1.2. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının 2 Boyutlu (2D) materyaller kullanılarak Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi 42
3.6.1.3. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının 3 Boyutlu (3D) materyaller kullanılarak Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi 43
3.7. Veri Çözümleme Teknikleri 46

3.7.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Rubriğinden Elde Edilen Verilerin Analizi 46

3.7.2. Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki 47

3.7.3. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorulardan Elde Edilen Verilerin Analizi 47

3.7.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Nitel Analizi 49

BÖLÜM IV 50

BULGULAR 50

4.1. Nicel Analiz Bulguları 50

4.1.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Sonuçlar 50

4.1.1.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 50

4.1.1.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 51

4.1.1.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 52

4.1.1.4. Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 53

4.1.1.5. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 54

4.1.1.6. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 55

4.1.1.7. Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretimi ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişki 56

4.1.1.8. Elektrik alanlar konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki 57

4.1.1.9. Elektriksel potansiyel konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki 58

4.1.1.10. Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişki 59

4.2. Nitel Analiz Bulguları 60

4.2.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisine Ait Nitel Bulgular 60

4.2.1.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen nitel sonuçlar 60

4.2.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar 63

4.2.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisine Ait Bulgular 64

4.2.2.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar 64

4.2.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar 68

4.2.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisine Ait Bulgular 70

4.2.3.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar 70

4.2.3.1.Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar 74

4.2.4. Elektriksel Potansiyel Konusunun Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Üzerinde Etkisi 76

4.2.4.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar 76

4.2.4.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar 79

BÖLÜM V 81

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 81

5.1. Sonuçlar ve Tartışma 81

5.1.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 82

5.1.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 84

5.1.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 87

5.1.4. Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 89

5.1.5. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 91

5.1.6. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi 92

5.1.7. Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretimi ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişki 93

5.1.8. Elektrik alanlar konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki 95

5.1.9. Elektriksel potansiyel konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki 96

5.1.10. Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişki 97

5.2. Öneriler 98

KAYNAKÇA 99

EKLER 112

EK 1. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi 112

EK 2. Uygulama Etik İzin Formu 113

EK 3. İşlem Zaman Çizelgesi 114

EK 4. Kazanımlar ve Belirtke Tablosu 115

EK 5. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeği (EPSÖ) 129

EK 6. Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 133

EK 7. Elektrik Alan ve Potansiyel Konularına Yönelik Argümantasyon Temelli Ders Anlatım Materyalleri 135

EK 8. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeği Rubriği 148

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Araştırmanın deseni* 39

Tablo 2. *Konu- Öğretim Yöntemi Çözümleme Tablosu* 41

Tablo 3. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularının Ön ölçüm-Son ölçüm sonuçları* 50

Tablo 4. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 51

Tablo 5. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 51

Tablo 6. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 52

Tablo 7. *''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 52

Tablo 8. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 53

Tablo 9. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 53

Tablo 10. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 54

Tablo 11. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Sunuş Yoluyla Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 54

Tablo 12. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 55
Tablo 13. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 55
Tablo 14. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 56
Tablo 15. *Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 56
Tablo 16. *Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretiminin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları* 57
Tablo 17. *Elektrik alanlar konusuna yönelik soruların öğretim yöntemi-son ölçüm puanları* 57
Tablo 18. *Elektrik alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretimlerinin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 58
Tablo 19. *Elektrik alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları* 58
Tablo 20. *Elektrik potansiyel konusuna yönelik soruların öğretim yöntemi-son ölçüm puanları* 59
Tablo 21. *Elektriksel potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretimlerinin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 59
Tablo 22. *Elektriksel potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları* 60
Tablo 23. *Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları* 60
Tablo 24. *Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları* 60
Tablo 25. *Elektrik alanlar konusunda sunuş yoluyla öğretimi gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar* 62
Tablo 26. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında açık uçlu sorulardan elde edilen veriler* 63

Tablo 27. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler* 65

Tablo 28. *Elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar* 66

Tablo 29. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler* 69

Tablo 30. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler* 71

Tablo 31. *Elektrik potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar* 74

Tablo 32. *''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler* 76

Tablo 33. *''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler* 78

Tablo 34. *Elektrik potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar* 81

Tablo 35. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler* 83

Tablo 36. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler* 84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Toulmin'in Argümantasyon Şeması 20
Şekil 2. Elektrik alan çizgileri konusuna yönelik geliştirilen öğretim materyali 64
Şekil 3. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları konusuna yönelik geliştirilen öğretim materyali 65
Şekil 4. Nitel veri analizi 67

ÖZET

ELEKTRİK ALAN VE POTANSİYEL KONULARININ ARGÜMANTASYON TEMELLİ ÖĞRETİMİN BİLGİYİ İÇSELLEŞTİRME ÜZERİNE ETKİSİ

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimin ve sunuş yoluyla öğretim yöntemlerinin bilgiyi içselleştirme düzeyleri üzerine etkisinin belirlenmesidir.

Araştırmada yarı deneysel modelin tek gruplu ön ölçüm- son ölçüm uygulamalı deseni kullanılmıştır. Nitel veri toplama yöntemi kullanıldığından örneklem grubu belirlenen 4 fizik öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulama öncesi elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorular ölçeği (EPSÖ) ön ölçüm olarak uygulanmış, uygulamadan sonra gruba aynı ölçme aracı son ölçüm olarak uygulanmıştır. Ölçeğin geçerliliği için 2 uzman görüşü alınmış, güvenirliği için ise 3 uzman görüşünden alınan değerlendirmeler SPSS 22.0 programında analiz edilerek Kendall's Coefficient of Concordance (Kendall's W): 0.95 olarak belirlenmiştir. Son ölçüm uygulandıktan sonra katılımcılar tarafından verilen cevaplar araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan Elektrik alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Rubriği ile detaylı olarak analiz edildikten sonra ön ölçüm ve son ölçüm puanları SPSS 22.0 programına aktarılmış, minimum, maksimum, ortalama değerler ve standart sapmalar analiz edilmiş ve öğrencilerin başarı artış oranları belirlenmiştir. Detaylı analiz sonrası yarı yapılandırılmış görüşmeler her bir katılımcı ile birebir görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim yöntemleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek için veriler SPSS 22.0 programına aktarılarak Mann Whitney-U testi ile analiz edilmiştir. Araştırma verileri, açık uçlu sorular (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle desteklenerek betimsel analiz ile yorumlanmıştır.

Uygulama sonunda, EPSÖ ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda, fizik öğretmen adaylarının elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretim yönteminin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisinin, sunuş yoluyla öğretimden daha fazla olduğu ortaya çıkmış, Mann Whitney-U testi sonucu $p < .021$ ile anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur. Elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile sunuş yoluyla öğretim yöntemi arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p < .564$). Elektriksel potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ile elektrik alanlar konusunda sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi karşılaştırıldığında, elektriksel potansiyel konusunun sunuş yoluyla öğretiminin başarı

oranının daha yüksek çıktığı görülmüştür. Ayrıca, elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ile elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi karşılaştırıldığında, elektriksel potansiyel konusunun argümantasyon temelli öğretiminin başarı oranının daha yüksek çıktığı görülmüştür. Ancak hem elektrik alan hemde elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretim yönteminin başarı oranının sunuş yoluyla öğretim yönteminden daha yüksek çıktığı ortaya konmuştur. Bu sonuçlar nitel analiz sonucu elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Nitel analizler sonucunda, öğretmen adaylarının elektrik alanlar konusunda özellikle yalıtkan ve iletkenlerin yüklenmesi ile oluşan yük dağılımı üzerine kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca elektrik alan formülü, elektrik alan çizgileri ve elektrik alan şiddeti kavramlarını doğru şekilde ilişkilendiremedikleri, elektriksel potansiyel formüllerini hatırlamakta ve elektriksel potansiyel fark ile potansiyel enerji kavramlarını ayırt etmekte zorluk çektikleri görülmektedir. Elektriksel potansiyel konusunda, bütün fizik öğretmen adaylarının yüklü bir iletkenin potansiyeli üzerine oldukça fazla kavram yanılgısı olduğu tespit edilmiştir. Belirlenmiş olan bütün kavram yanılgıları yapılandırılmış görüşmeler sırasında irdelenmiştir ve düzeltilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fizik eğitimi, Kavramsal anlama, Argümantasyon temelli öğretim, Elektrik alan, Elektriksel potansiyel.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ARGUMENTATION-BASED TEACHING ON INTERNALISING OF ELECTRICAL FIELD AND POTENTIAL ISSUES

The aim of this research is to determine effects of argumentation-based teaching and presentation-based teaching methods on learning electric field and electrical potential subjects in terms of knowledge internalization levels of physics teacher candidates.

In the work, single-group pre-measurement-post-measurement design of the quasi-experimental model was used throughout. Since the qualitative data collection method is used, the sample group consists of 4 physics teacher candidates. Before the teaching sequence, the Electric field and Potential open-ended Questions Scale (EPSÖ) was applied as a pre-measurement, and after the teaching process, the same measurement tool was applied as the post-measurement. For the validity of the EPSÖ, opinions of two experts were taken, and for the reliability evaluations obtained from three experts were analysed by means of the SPSS 22.0 program and finally Kendall's Concordance Coefficient was found to be W=0.95. After the post-measurements, answers given by the participants were analysed in detail by using the Electric Field and Potential Open-Ended Questions Rubric developed by the researcher. The pre-measurement and post-measurement scores were transferred to the SPSS 22.0 program and the minimum, maximum, mean value and standard deviations were analysed together with the students' success rates. After the detailed analysis, semi-structured interviews were conducted with each participant individually. Obtained data was transferred to SPSS 22.0 program and analysed via Mann Whitney-U test to determine whether there is a significant meaningful difference between The presentation and argumentation-based teaching methods. Research data were interpreted with descriptive analysis supported by open-ended questions (EPSÖ) and semi-structured interviews.

At the end of the application, in line with the results obtained from EPSÖ and semi-structured interviews, it was revealed that the effect of argumentation-based teaching method concerning electric field relating internalization of knowledge was higher than the teaching by presentation. No significant difference was observed between the argumentation-based teaching and the presentation on electrical potential ($p < .564$).

When the effect of presentation on internalization of knowledge of electrical potential and electric field is analysed, it was seen that the success rate of teaching electrical potential by presentation was higher. In addition, when the effect of argumentation-based teaching on

internalization of knowledge electrical potential and electric field is analysed, it was observed that the success rate of argumentation-based teaching was slightly higher. However, it has also been revealed that the success rate of the argumentation-based teaching on both electric field and electrical potential subjects is higher than the presentation method. These results are in agreement with the results obtained from the qualitative analysis. As a result of the qualitative analysis, it was clearly detected that pre-service teachers have misconceptions concerning electric fields, especially on the charge distribution caused by the loading of insulators and conductors. In addition, it is seen that they cannot correctly relate the concepts of electric field formula with the electric field lines and electric field strength, the students also have difficulties remembering the electric potential formulas and distinguishing the concepts of electric potential difference and electrical potential energy. It has been determined that all pre-service physics teachers have a number of misconceptions about the potential of a charged conductor. All identified misconceptions were discussed and corrected during structured interviews.

Keywords: Physics education, Conceptual understanding, Argumentation-based teaching, Electric field, Electrical potential

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmaya dair problem durumu, amaç ve önem, araştırmanın problem cümlesi ve alt problem cümleleri, sınırlılıklar, varsayımlar ve tanımlara ait bilgilere yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Günümüzde, alanyazına bakıldığında fizik eğitiminde birçok öğrenme yöntem ve teknikleri kullanılmaktadır. Öğrencilerin, temel bilimlerden biri olan fizik konularını kavramaları ve öğrenmeleri, öğrendikleri bilgileri kullanabilmeleri oldukça önemlidir. Fizik eğitiminde konuya yönelik olarak uygulanacak olan yöntem ve teknik o konunun öğrenci tarafından bilgiyi içselleştirmesinde önemli bir yeri vardır.

Son yıllarda eğitim alanındaki çalışmalarda, bilimsel bilgiye ulaşılması, yapılandırılması ve zihinsel olarak bilgilerin geliştirilmesinde argümantasyonun önemi üzerinde durulmaktadır (Boran, 2014). Birçok ülkenin eğitim programı incelendiğinde argümantasyona önem verildiği ve eğitim programlarında yer verildiği görülmektedir (Jimenez-Aleixander ve Erduran, 2007). Alanyazına bakıldığında argümantasyon temelli öğretim alanında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde fen eğitiminde argümantasyon temelli öğretim yönteminin öğrencinin akademik başarı, kritik düşünme becerileri, eleştirel düşünme ve karar verme becerileri, problem çözme becerilerini geliştirdiği görülmüştür (Erduran, Simon ve Osborne, 2004; Altun, 2010; Hakyolu, 2010; Kardaş, 2013; Demirel, 2016; Şengüleç, Bahçıvan ve Azar, 2017).

İncelenen çalışmalar ışığında araştırmanın problem durumu;

‘’Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?’’ olarak belirlenmiştir.

1.1.1. Fizik Eğitimi

Fizik, maddeyi veya enerjiyi, günlük yaşamda karşılaşılan olayları ve doğada gerçekleşen ve kapsayan bütün olayları gözlem, deney ve teoriye dayalı olarak açıklayan en temel doğa bilimidir. Yine fizik, doğal olayları özlü olarak açıklayan temel yasaları en açık ve temel haliyle ortaya çıkarma ve bu yasaları, ileride yapılacak deneylerin ve gelişebilecek olayların sonuçlarını öngörecek teorilerin geliştirilmesinde kullanma işlem ve çalışma

süreçlerini içine alır (Yıldırım, 2018). Fizik, herşeyden önce bir doğa felsefesidir. Eski Yunanca ‘’phýsis’’ doğa anlamına gelmektedir ve çok eski zamanlardan beri insanoğlu doğayı anlamaya ve çözümlemeye çalışmaktadır. Fizik; yaşamı kolaylaştıran, evren, dünya, gökyüzü, doğa olayları ve bunu kapsayan tüm makroskopik ve mikroskobik olayları inceleyen ve açıklamaya çalışan bir doğa bilimidir. Fizik, her biri farklı kavram, olgu ve olaylarla ilgilenen alt dallara ayrılmıştır; mekanik, elektrik ve manyetizma, optik, termodinamik, nükleer fizik, atom fiziği, yoğun madde fiziği, yüksek enerji fiziği, kuantum fiziği gibi. Bu alt dallar, yaşamımızda karşılaştığımız bütün olayları açıklamaya yardımcı olur. Fizik bütün varlıkların çevreleriyle etkileşimlerini, bir konumda ve zamanda bulunmalarını inceler. Canlı-cansız bütün bu varlıkların; konumları, hareketli oluşları, enerjileri, etkiledikleri-etkilendikleri kuvvetlerin hepsi fiziğin araştırma alanına girer. Fizik, araştırdığı bütün bu alanlarla insanın doğayı daha iyi anlamasını ve doğayı kullanarak insanlığın gelişmişlik seviyesini artırmayı amaçlar (Yıldırım, 2018).

Fizik eğitimi, fizikte var olan bütün kavramları, yasaları ve olguları ve aralarındaki ilişkileri, öğrencilere daha iyi kazandırılabilmesi için en uygun metod, yaklaşım ve yöntemlerini araştıran bir disiplinler arası çalışma alanıdır. Fizik eğitimine ve diğer bilimsel eğitimlere verilen önem, toplumun gelişmişlik düzeyiyle doğru orantılıdır. Fizik eğitimi ve bilimsel eğitim, toplumun, bilinçlilik düzeyinin arttırır ve eğitim düzeyini iyileştirir. Fizik dersi içeriğindeki birçok kavram, yasa, denklem ve bilgilerin eksiksiz öğretiminde fizik öğretmenleri bazen zorluk yaşamaktadırlar. Öğretmenin yeterli donanıma sahip olmaması, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerindeki yetersizlikler ve eğitim seviyeleri, öğrencinin ve öğretmenin fizik dersine olan motivasyonu, fiziğin karmaşık yapısı, eğitim ortamı gibi birçok etmen fizik öğretiminin zorluklarından sayılabilir. Fizik öğretmeninin mesleğini sevmesi ve fiziğe karşı tutum ve motivasyonunun düzeyi öğretme zorlukları ile ilişkili olabilir. Öğrenciler açısından bakıldığında ise; fiziğin zor olduğunu, karmaşık yapısından dolayı anlamakta güçlük çektiklerini ve bu yüzden öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine olan motivasyonunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. Fizik eğitimi açısından öğrencilerin öğrendikleri bilgiyi analiz etmesi ve sentezlemesi, kavramsal olarak anlayabilmesi ve başka problem durumlarında kullanabilmesi oldukça önemlidir.

Son yıllarda fizik eğitimindeki çalışmalara bakıldığında, yapılan çalışmaların oldukça arttığı görülmektedir.

2019 yılında Utah’da düzenlenen Physics Education Research Conference (Fizik Eğitimi Araştırma Konferansı) sınıf dışında yani informal ortamlarda Fizik dersinin öğretim,

öğrenme ve kültürel katılımını ele almıştır. Physics Education Research Conference 2019'da, diğer fizikçilerle ve yerel toplulukla bağlantı kurmak ve sosyalleşmek için hem geleneksel hem de geleneksel olmayan yollarla fırsatlar sağlanmaya çalışılmıştır ve informal ve formal olarak yapılan araştırmalara yer verilmiştir, gayri resmi öğrenme alanlarının avantajları doğrultusunda, sunumları geleneksel sunum biçimlerinin sınırlarını zorlamaya teşvik edilmiştir.

2020 yılı Ocak ayında Hindistan'da düzenlenen A Biennial Conference Series to Review Research on Science, Technology and Mathematics Education konferansında, Matematik ve Fen Eğitimi alanında yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Fizik eğitiminin bir çok alanında yapılan çalışmalar bu konferansta sunulmuştur. Konferans, bilim, teknoloji ve matematik, teorik, pratik ve uygulama düzeyleri ile yakından ilişkilidir. Bilim, teknoloji ve matematik ile ilgili eğitim konularını incelerken felsefe, biliş, tarih ve sosyo-kültürel çalışmalardan kaynaklanan güçlü birleştirici temalar bulunur. A Biennial Conference Series to Review Research on Science, Technology and Mathematics Education konferans serisi bilim, teknoloji ve matematik eğitiminden araştırmacılar için ortak bir forum sağlamak amacıyla bu temel temalar üzerine kurulmuştur.

Ülkemizde son yıllarda çok sayıda sempozyum, kongre ve konferanslar düzenlenmiştir. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi'nin dördüncüsü (UFEK) Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında beşincisi düzenlenmiş olan International Conference on Research in Education and Science (ICRES) (Uluslararası Eğitim ve Bilim Araştırmaları Konferansı) birçok yerli ve yabancı eğitimcinin katılımı ile gerçekleşmiştir. 2019 yılı Mayıs ayında Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi'nde düzenlenen I. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (UBEST-2019 İzmir'de gerçekleştirilmiştir.

1.1.2. Elektrik ve Elektrik öğretimi

Elektrik, fizik ve mühendisliğin en temel ve en yaygın konularından biridir. Fizik eğitiminde elektrik konusu gerekli teori, yasa ve uygulamalarla öğretilir. Mühendislikte ise temel elektrik eğitimi ve elektrik alanında üst düzey uygulamalar gerçekleştirilir. Yani elektrik konusu ve öğretimi sadece fizik eğitiminde değil, disiplinler arası elektrik konusunun eğitimi oldukça önemlidir. Çünkü elektrik yaşamımızı devam ettirmemizi sağlayan unsurlardan biridir.

Alan eğitiminde oldukça önemli görülen konulardan birisi, öğrencilerin sınıfa getirmiş oldukları ön bilgiler ve bu bilgilerin, yeni bilgilerin öğrenilmesi sürecinde nasıl kullandıklarıdır (McDermott & Redish, 1999). Fizik eğitiminde elektrik konusu birçok denklem, yasa ve teori içermektedir. Elektrik konusu uygulamalarla somutlaştırılabilir ancak yasa ve denklemlerin öğrenilmesi ve öğretilmesinde güçlükler yaşanmaktadır. Örneğin elektrik alan ve elektrik alan çizgileri konusu öğrenciler için oldukça soyut kalmaktadır. Sınıf içinde materyal ve öğrenme ortamının eksikliklerinden dolayı öğrenci konuyu somutlaştıramadığından anlayamamaktadır. Elektrik devreleri konusu ise başlı başına öğrencilerde kavram yanılgılarına sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında; elektrik devreleri, devre elemanları, devre elemanlarının fonksiyonları ve aralarındaki ilişkiyi öğrenciler öğrenememekte veya yanlış öğrendiklerinden kavram yanılgıları kolayca oluşmaktadır. Elektrik konularında pedagojik ve analojik modeller oldukça önemlidir. Çünkü, elektrik konusunun öğretimi bazı öğrenme ortamlarında uygulamalı olarak gösterilememektedir ve bu eksiği pedagojik ve analojik modeller giderebilmektedir. Bu zorlukları kaldırmak için fizik eğitimcileri elektrik konusunda öğretim yöntem ve teknikleri kullanmıştır. Öğretim yöntem ve teknikleri bu temel konunun öğretiminde öğretmenlere destek olmakta, öğrencilerin öğrenme süreçlerini kolaylaştırmakta ve geliştirmektedir. Ayrıca elektrik öğretiminin ilgili materyallerle desteklenmesi şarttır. Öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesi, bilgiyi kavraması, analiz etmesi ve bilgiyi içselleştirmesi üzerindeki etkileri göz ardı edilemez. Geleneksel yaklaşımla yürütülen derslerde; öğretmenlerin zamanın çoğunu bilgileri öğrencilere doğrudan sunmak için kullandıkları ve öğrencilerin sıralarında oturan pasif dinleyiciler konumunda oldukları bilinmektedir (Mısır, 2009). Alanyazında elektrik konusunun öğretimi için eğitimciler tarafından uygulanan öğretim yöntem ve tekniklere bakıldığında, bilgisayar destekli öğretimin, pedagojik ve analojik modellemenin, TGA tekniğinin, modelleme yoluyla öğretimin başarılı olduğu görülmüştür.

Elektrik alanlar ve elektriksel potansiyel konularından Coulomb yasası, Elektrik alan çizgileri, Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan, Elektriksel potansiyel ve Noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel enerji olmak üzere 5 konu iki ve üç boyutlu materyallerle destekli Argümantasyon temelli öğretim ile öğretimi gerçekleştirilecektir. Diğer konuların öğretimi ise sunuş yoluyla öğretim ile gerçekleştirilecek ve araştırmacı problem durumlarına yanıt arayacaktır. Ünitelerle ilgili kazanımlar tezin ilgili bölümünde sunulmuştur.

1.1.3. Eğitim Felsefesi

Eğitim tanım olarak bireye davranışlarında belli bir alanda amaçlı olarak istenilen bilgi ve beceri kazandırma işidir (Ergün, 2009). Felsefe; doğaya, insana ve yaşama dair var olan tüm kültürel ve bilgi birikimlerinin temel alınmasıyla geliştirilen sistematik ve bütünsel düşünce kalıplarıdır. Ünlü eğitim filozofu John Dewey (1961), eğitim ve felsefenin ilişkisi hakkında "Eğitimi, doğaya ve insanlara yönelik zihinsel ve duygusal temel eğilimleri geliştirme süreci olarak ele alıyorsak, felsefe de genel bir eğitim kuramı olarak tanımlanabilir" yorumunu yapmıştır (Çoban, 2018). Eğitim felsefesi, günümüzde dört temel felsefeden oluşmuştur.

i.Esasicilik (Essentialism)

Esasicilik, herhangi bir felsefi görüşe bağlı değildir. Doğrudan bir eğitim hareketi olarak ortaya çıkmıştır. Bütün eğitilmiş insanların bilmesi gereken belli esasların olduğunu belirtir. Yaparak, yaşayarak öğrenme ilkesinin genelleştirilmesinden kaçınılır. Ancak belli yaşlarda ve gerekli formasyonu veren öğretim kurumlarına ait olduğu düşünülür (Öztürk, 1992 s.22).

Esasiciliğin Dayandığı Temel İlkeler (Öztürk, 1992):

●Öğrenme zor bir iş ve uygulamadır. Esasicilik, diğer eğitim felsefelerinin aksine disiplinin öneminde ısrar eder.

●Eğitimde ilk adım, öğrenciden çok öğretmenle atılmalıdır. Esasicilik, öğretmeni eğitim merkezi yapmıştır. Bu bakımdan eğitimde ilk adım, öğrenciden ziyade öğretmenle atılmalıdır. Öğretmen, öğrencinin gelişimine önem vermelidir ve rehberlik edecektir. Eğitimden bekleneni elde edebilmek için nitelikli, mesleğin gerektirdiği formasyona sahip öğretmenler geliştirilmelidir.

●Eğitimin esası, belirlenen programın anlaşılabilmesidir. Esasicilik, eğitimin amacının çocuğu kendi kabiliyetlerini anlayacak duruma getirmek olduğunu kabullenmekle birlikte bunun çocuktan bağımsız olarak gerçekleştirilmesi gerektiğini ileri sürer.

●Yaparak ve yaşayarak öğrenme belirli şartlara uygun olmakla birlikte, bunu her konuya genellemek mümkün değildir. Ayrıca eğitimin amacı, hayatın bütünü ile ilgili bilgi kazandırmaktır.

ii.Daimicilik (Perennialism)

Daimiciliğe göre eğitim öğretimin ön koşuludur. Eğitim olmadan öğretim varlığını sürdüremez. Öğretim ise bilginin kaynağını oluşturur. Bilgi ise gerçekler ve doğru olanlardır. Daimiciliğin eğitimi bu silsile içerisinde tanımlaması onun evrensel değerlerin eğitimin temelini oluşturduğu düşüncesinin bir kanıtıdır (Tuncel, 2004; Asmaz, 2019).

Daimiciliğin ana ilkelerini şöyle özetlemek mümkündür (Alkan, 1983; Sözer, 2004; Arslan, 2005; Bayrak, 2019).

●Çevresel değişkenliklere rağmen, insan her zaman her yerde aynıdır. Bu sebeple eğitim de her zaman ve her yerde aynı olmalıdır.

●Eğitimin misyonu, değişmeyen doğruların bilgisini kazandırmak olmalıdır. Eğitim küreseldir.

●Eğitim kurumlarında katı bir disiplin hakim olmalıdır.

●İnsanın akılcı olması onun en belirgin özelliği olduğuna göre, aklını amaçları doğrultusunda istendik bir şekilde kullanmalıdır.

●Eğitim kurumlarında bireyler geleneksel yöntemleri kullanarak zihinsel yetenekleri sürekli geliştirmelidir.

●Eğitim ortamında öğretmen inisiyatifi hiç elden bırakmamalıdır.

●Eğitim insan hayatının taklidi değil, ona bir hazırlıktır.

●Eğitim hayatı boyunca bireye dünyadaki değişmeyen şeyler hakkında bilgi sahibi olması gerektiği öğretilmeli ve klasikler eserler okutulmalıdır.

iii.İlerlemecilik (Progressivism)

Dünyanın sürekli değişen bir yer olduğunu savunan ilerlemecilere göre gerçek, kişinin bizzat yaşadıkları; doğru, şu anda geçerli olanlar; iyilik ise toplumca kabul edilenlerdir. Daimicilerin ve esasicilerin tersine ilerlemeciler, toplumun gelişmesi için yeni yollar aranması gerektiğini düşünürler ve değişime açıktırlar (Wiles, 1999, s. 28; Meral, 2014). Eğitim sürecinde öğrenci merkeze alınır ve öğrencilerin aktif olarak katılabilecekleri bir ortam hazırlanır. Öğrencilerin problem çözmeye yönelik becerileri geliştirilmelidir. Öğretmen rehber konumundadır. İlerlemeci eğitim görüşünde bilginin soyut olarak elde edilmesi ve bilginin

öğretmen tarafından çocuklara aktarılması görüşü yer almaz. Aksine bilgi, çocuğun ilgi alanlarına yönelik öğrenilmelidir (Kurt, 2016).

iv.Yeniden kurmacılık (Reconstruction)

Bu eğitim felsefesinin temeli toplumu yeniden inşa etmek; toplumdaki bireylerde gerçek demokrasi anlayışını oluşturmaktır. John Dewey'in de öncülerinden olduğu yeniden kurmacılık bireyin özgür bir ortamda kendi yetenek ve kabiliyetlerini fark edebileceğini, öğrenme ortamında öğrencinin kendini ifade etme becerisinin gelişmesi için onların düşüncelerinin önemsenmesi gerektiğini savunan bir eğitim felsefesidir. (Asmaz, 2019).

Bu dört temel eğitim felsefesini yanı sıra eğitimde pragmatizm ve materyalizmden bahsedilebilir;

Pragmatizm (pragmatism): 20. yy felsefe akımı olan pragmatizm kelime olarak ''fayda, yarar'' anlamına gelir. Savunucuları ve geliştiricileri Pierce ve Dewey'dir. Eğitimin amacı, bireyi yetiştirmek ve gelecekte hayatını kontrol etmesini sağlayacak beceriler kazandırmaktır. Böyle bir eğitimin merkezinde problem çözme, uygulama ve tecrübe gibi kavramlar yer almaktadır. Dewey'in problem merkezli eğitiminde öğretmen, öğrenmeyi yönlendirmekten çok rehberlik eder. Öğretmenin öğrenmeyi dolaylı yoldan kontrol etmesi en ideal yöntemdir. Doğrudan kontrol, zorlama ya da dış disiplin; genellikle öğrencinin iç disiplinini zayıflatır ve kendi kendisini yönlendirmesine engel olur. Bu nedenle pragmatik eğitim felsefesi soyut ve değişmez kavramlar yerine deneyci araştırmayı esas alır.

Materyalizm (materialism): Materyalizme göre eğitimin ve bilginin amacı sosyo-ekonomik ve politika odaklıdır. Materyalist yaklaşımın eğitimi sosyolojik olarak yorumladığı öne sürülebilir. Bu bağlamda eğitimi toplumsal bir üst kurum olarak yorumlar. Eğitim amacı, egemen sınıfların istediği biçimde sistemi yeniden üretme, sisteme uygun iş gücü ve istendik davranışlara sahip birey yetiştirmektir.

1.1.4. Öğrenme kuramları

Öğrenme, insan yaşantısında kalıcı yönde davranış değişikliğinin oluşmasıdır. Öğrenme kuramları, öğrenci tarafından öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışır. Fen öğretiminde sıklıkla karşılaştığımız ve en çok kullanılanlar; Jean Piaget, Jerome Bruner, Robert Gagne ve David Ausubel tarafından geliştirilen kuramlardır.

Bilişsel Kuram: Bilişsel gelişimle ilgili olarak yapılan en genel tanım düşünme ve kavrama sisteminde ortaya çıkan gelişme ve değişmeler şeklindedir. Bilişsel gelişimle ilgili en önemli çalışmalar Jean Piaget tarafından yapılmıştır (Çepni, 2014, s.57). Piaget bilişsel gelişimi etkileyen dört faktörden bahsetmiştir: Olgunlaşma, Deneyim, Sosyal Etkileşim ve Dengelenme. Bu dört faktör bilişsel gelişimi yaşla birlikte etkileyen faktörlerdir. Piaget bilişsel gelişimin doğumdan başlayarak yetişkinliğe kadar dört dönemde gerçekleştiğini öne sürmüştür. 1. Duyusal-Hareket Dönemi (0-2 yaş), 2. İşlem Öncesi Dönem (2-7 yaş), 4. Somut İşlemler (7-11 yaş), 5. Soyut İşlemler (11-…).

Bruner ise öğrenmeyi bilişsel gelişimle ilişkilendirerek açıklamaya çalışan ve batı dünyasında program geliştirmede disiplin yaklaşımını savunanların başında gelmektedir. Ona göre bilişsel gelişim, bireyin kendisine ve başkalarına ne yaptığını ve ne yapacağını artan bir kapasite ile açıklamasıdır. Bruner bilişsel gelişimi eylemsel dönem, imgesel dönem ve sembolik dönem olmak üzere üç döneme ayırmıştır (Çepni, 2014, s.70).

Davranışsal Kuram: Davranışçı kuramlar öğrenmenin uyarıcı ile davranış arasında bir bağ kurularak geliştiğini ve pekiştirme yoluyla davranış değiştirmenin gerçekleştiğini kabul eder. Herhangi bir durumda bir davranışta bulunan birey, benzer durumla karşılaştığında hep aynı davranışı gösterir. Davranışçı yaklaşımların daha çok psikomotor davranışların öğrenmesine açıklık getirdiği kabul edilir. Bu kuramların esas olan yaparak öğrenmedir. Öğrenci sürekli aktiftir ve tecrübe ederek öğrenir.

Duyuşsal Kuram: Duyuşsal kuramlar öğrenmeden çok benlik ve ahlak gelişimi gibi sonuçlarla ilgilenir. Öğrenmenin hedefi kişiliği değiştirmek ise öğrenme davranışsal ve bilişsel olduğu kadar duyuşsal gelişmeye de ağırlık vermek zorundadır.

Nörofizyolojik Temelli Öğrenme Kuramı: Öğrenme ile beyin hücreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmacılar öğrenme süreci sonucunda nöronlarda yeni axon iplikçiklerinin oluştuğunu iddia etmektedirler. Buna göre, her öğrenme yaşantısı yeni sinaptik bağların oluşması demektir. Bu kurumda öğrenme, biyokimyasal bir değişme olarakta açıklanmaktadır. Araştırmalar biyolojik bilgi depoları niteliğindeki RNA'ların ergenlik yaşlarına doğru arttığını, öğrenme kapasitesinin azalması ile birlikte, yaşlılıkta da azaldığını göstermektedir. Ayrıca, besin yoluyla kendilerine RNA verilen yaşlılarda yakın geçmişi hatırlamada önemli derecede artış olduğu kaydedilmektedir. "Beyin temelli" öğrenme kuramı olarak da bilinen bu kuramı sistematik hale getiren Hebb, beyindeki devrelerin çalışma şekli bilinmeksizin öğrenmenin doğasının anlaşılamayacağını savunmaktadır. Beyin insan

zekâsının, güdülenmenin ve öğrenmenin merkezidir. 'Öğrenme eğer canlı bir dokuya sahip olan beyinde gerçekleşiyorsa beynin öğrenmeden önceki ve sonraki yapısı arasında farklılık olmalıdır' düşüncesinden hareket eden Hebb öğrenme sonucu beyinde fizyolojik değişiklikleri araştırmıştır.

Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Kuramı: Ausubel'in öğrenmeyi etkileyen en önemli etken öğrencinin mevcut birikimidir. Yeni öğrenilen bilgiler bunlar üzerine inşa edilir düşüncesi üzerine odaklanmıştır. Bu düşünceye göre; öğrenci yeni kazandığı bilgileri daha önceden sahip olduğu bilgilerle karşılaştırarak yorumlar ve anlamlı hale getirerek zihnine yerleştirir. Öğrenci kendisine verilen bilgileri aynen almak yerine, kendi zihin yapısına uygun olarak anlamlandırır. Bu nedenle öğrencilerin ön bilgileri ve varsa yanlış kavramları ortaya çıkarmalı ve öğretim bunların dikkate alınmasıyla planlanmalıdır. Çünkü öğrenciler yeni kazandıkları bilgileri bu ön bilgiler üzerine inşa etmektedir. Ausubel'in öğrenme teorisi ''öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin ön bilgileri ve mevcut bilgi birikimidir, bunlar belirlenip öğretim buna göre planlanmalıdır'' şeklinde ifade edilebilir. Ausubel, sunuş yoluyla öğretim yaklaşımını benimseyerek geliştirdiği anlamlı sözel öğrenme kuramı ile fen öğretimini etkilemiştir. Bu kurama göre öğrenmenin çoğu sözel olarak gerçekleşir. Anlamlı öğrenme için ön koşul öğrenciye öğretilecek konuyla ilgili ön bilgilerin kazandırılmasıdır (Çepni, 2014, s.80). Eğitimde yapılandırmacı kurama dayalı yaklaşım öğrenmeyi bilginin öğrenciler tarafından yapılandırılması olarak tanımlar (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğrenenin üst düzey bilişsel becerilerini teşvik edici etkinlikler, olanaklar, araçlar sağlanır; üst düzey düşünme becerilerine ve derinlemesine anlamaya önem verildiği vurgulanmaktadır (Murphy, 1997; Oğuz, 2008; Aydın ve Yılmaz, 2010).

1.1.5. Öğretim yöntem ve stratejileri

Fen eğitiminde, öğrenme kuramları ışığında birçok öğretim yöntem ve stratejilerine ihtiyaç duyulmuştur. Birçok öğretim yöntem ve stratejileri vardır. Bu yöntem ve stratejiler fen konularının öğretimi için oldukça yarar sağlamaktadır.

1.1.5.1. Öğretim stratejileri

Sunuş yoluyla öğretim: Ausubel, sunuş yoluyla öğretim yaklaşımını benimseyerek geliştirdiği anlamlı sözel öğrenme kuramı ile fen öğretimini etkilemiştir. Ausubel'in öğrenme teorisi ''öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin ön bilgileri ve mevcut bilgi birikimidir, bunlar belirlenip öğretim buna göre planlanmalıdır'' şeklinde ifade edilebilir. Bu kurama göre

öğrenmenin çoğu sözel olarak gerçekleşir. Anlamlı öğrenme için ön koşul öğrenciye öğretilecek konuyla ilgili ön bilgilerin kazandırılmasıdır (Çepni, 2014, s.80).

Buluş yoluyla öğretim: Konuyla ilgili bilgi, kavram ve olguların belirli bir problem durumuyla öğrenciye sunulması ve öğrenci tarafından bilgiye ulaşılmasını sağlar. Öğrenci merkezli bir öğretim yöntemidir. Bruner, öğrenmeyi bilişsel gelişimle ilişkilendirerek açıklamaya çalışan ve batı dünyasında program geliştirmede disiplin yaklaşımını savunanların başında gelmektedir. Ona göre bilişsel gelişim, bireyin kendisine ve başkalarına ne yaptığını ve ne yapacağını artan bir kapasite ile açıklamasıdır. Bruner bilişsel gelişimi eylemsel dönem, imgesel dönem ve sembolik dönem olmak üzere üç döneme ayırmıştır (Çepni, 2014, s.70). Buluş yoluyla öğrenme stratejisi, bilişsel gelişim kuramından etkilenmiştir.

Araştırma-inceleme yoluyla öğrenme: Öğretmen önceden belirlediği birkaç problem durumunu öğrencilere sunar ve öğrencilerin araştırarak bu problem durumuna çözüm aramaları sağlanır. Öğrenci aktif roldedir. Öğrenme, hedeflere uygun, öğrenciye uygun ve gerçek hayatla ilişkili problemler üzerinde, problem çözmenin adımlarının kullanılması ile gerçekleşir. Bu stratejide öğrenci sürecin merkezinde yer alır ve problem çözme aşamalarını kullanarak sürece aktif katılır.

1.1.5.2. **Öğretim yöntemleri**

Tartışma yoluyla öğretim: Tartışma yönteminde öğrenciler fikir üretme, yorum yapma ve yaptıkları yorumları kalabalık gruplara sunma gibi becerilerini geliştirme şansına sahiptirler. Bu yolla, sınıflar öğrencilerin aktif olduğu ve kendi öğrenmelerinden sorumluluk aldıkları bir yaklaşımın uygulandığı ortamlara dönüşür. Tartışma yöntemi fen eğitiminde genelde iki şekilde kullanılır; grup tartışması ve sınıf tartışması. Bu öğretim yönteminde soru-cevap oldukça sık kullanılır (Çepni, 2014, s.236).

Argümantasyon yöntemi: Argümantasyon, bir konuyla ya da problem durumu ile ilgili iddialar tasarlanması, bu iddiaların desteklenmesi, iddiaların doğruluğunun değerlendirilmesi veya iddiaların sadeleştirilmesi için başvurulan öğretim yöntemidir. Öğrenciler tartışmalar sırasında ya da herhangi bir problemi test etme (deney, vb.) esnasında özgül açıklamalar, modeller ve teoriler geliştirirler. Bu tartışmaların temeli, günlük bilgi ve inanışlar ile bilimin ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Bilimsel tartışmalarda, bir takım iddialar (varsayımlar) sunulur ve bu iddialar argümanlarla savunulur, açıklanır ve sorgulanır (Çepni, 2014, s.236).

5E öğretim modeli: Yapılandırmacı kurama dayalı, öğrencinin aktif olduğu bir öğretim yöntemidir. 5E öğretim modeli şu aşamalardan oluşur;

1) Dikkat çekme: Bu aşama ön öğrenmelerin değerlendirilmesi, merak uyandırılması, hazırbulunuşluğun ortaya çıkarılması gibi etkinlikleri kapsamaktadır. Öğretmen kavramları, ilkeleri kesinlikle hazır olarak vermez. Sorduğu sorularla öğrencilere hatırlatmaya çalışır.

2) Keşfetme: Bu bölüm sürenin en fazla ayrıldığı aşamadır. Öğretmen ve öğrenciler, bu aşamadaki süreyi çok iyi plânlamalı ve değerlendirmelidir. Öğrenciler, öğretmenlerinin hazırladığı bilgisayar, kütüphane veya laboratuvar ortamında sorunu çözmek veya olayı açıklamak için düşünceler üretirler. Üretilen fikirler, öğretmenle birlikte değerlendirilerek olayı çözümlemek için beceriler ve çözüm yollarına dönüştürülür.

3) Açıklama: Bu aşamada öğrenci problemin nasıl çözüldüğünü, problemi nasıl formüle ettiğini, problemin çözüm yollarının neler olduğunu ve nasıl transfer ettiğini ortaya koyar. Sınıfta tartışma ortamı oluşturularak öğretmen tarafından yeni tanımlamalar ve açıklamalar ortaya konur. Bu aşama ağırlıklı olarak öğretmen merkezlidir.

4) Derinleştirme: Öğrenciler kazandıkları bilgi ve problem çözme yaklaşımını yeni olaylara ve problemlere uyarlarlar. Bu yolla zihinlerinde daha önce var olmayan yeni kavramları öğrenmiş olurlar.

5) Değerlendirme: Bu aşama, öğrencinin bu süreçte gösterdiği performans, beceriler, kavram ve uygulamalarının değerlendirmesi olarak nitelendirilmektedir. Bu aşamada, öğrencilerin eğitimsel etkinlikleri gerçekleştirme süreci tüm boyutları ile öğretmen tarafından değerlendirilir.

Bu aşamalar boyunca öğrenci her zaman aktiftir ve bu yöntem öğrencinin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde geliştirir.

7E öğretim modeli: Yapılandırmacı kurama dayalıdır ve 5E öğretim modelinin bütün aşamalarını kapsar. 5E öğretim modelinin genişletilmiş ve gelişmiş halidir. 7E öğretim modeli şu aşamalardan oluşur; *1) Dikkat çekme, 2) Keşfetme, 3) Açıklama, 4) Derinleştirme, 5) Kapsamına alma, 6) Değiştirme, 7) Değerlendirme.* 5E öğretim modelinde olduğu gibi öğrenci her zaman aktiftir ve öğrencinin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkiler.

Kapsamına alma: Öğretmen mevcut kavramların diğer alanlarındaki anlamlarını da hatırlatır, karşılaştırır ve bu yolla yeni kavramlar oluşturur. Öğrencilerin bu ilişkiyi

anlamalarına yardım etmek için öğrencilere sorular yöneltir. Öğrenciler ise kavramların diğer alanlardaki anlamları ile kendilerine öğretilen anlamları arasındaki ilişkileri görmeye ve orijinal kavramların arasında ilişki kurmaya çalışırlar.

Değiştirme: Öğretmen öğrencilere grup tartışması yoluyla kavramlar hakkında bilgi paylaşımı yaptırır. Öğrenciler ise ilgi alanlarına dayalı etkinlikler ile ilgili diğer gruplar veya kendi grubundaki arkadaşları ile işbirliği yaparlar. Bu tartışmalarla öğrencilerin yeni bir plan yaparak değişen fikirleri doğrultusunda yeni deneyler yaparlar.

İşbirliğine dayalı öğretim modeli: İş birliğine dayalı öğrenmenin en önemli özelliği, öğrencilerin ortak bir amaç doğrultusunda, küçük gruplar içinde birbirlerinin öğrenmelerine yardım ederek çalışmalarıdır. Grubun başarısı, grubu oluşturan üyelerin çabasına, sorumluluklarını yerine getirip getirmemesine, öğrenme düzeylerine bağlıdır. Bu sebeple başarılı olmak isteyen ''bilen'', grup içerisindeki "bilmeyene" öğretmek zorundadır. Bu açıklamadan da anlaşılabileceği gibi iş birliğine dayalı öğrenme, bir grupla öğrenme metodudur.

1.1.6. Öğretim Teknikleri

Öğretimin ve öğretim yöntem ve stratejilerinin etkililiğini artırmak için birçok öğretim tekniği kullanılmaktadır. Bu öğretim tekniği bazen öğretim yöntemiyle birlikte, bazen ise tek başına kullanılabilir. Bu, öğretilecek konunun öğretim yöntemine ve tekniğine uygunluğuna göre değişebilir. Her ders ve konu, bütün öğretim yöntem ve tekniğine uygun olmayabilir. Bu durumda öğretmen, öğretimini yapacağı konuya göre öğretim yöntem ve tekniği seçerken oldukça titiz davranmalıdır. Eğer gereken önem verilmez ise, konuya yönelik kazanımlara ulaşılması oldukça zorlaşır. Nitelikli bir öğretim için öğretmenin pedagojik alanda yeterli olması ve kullanacağı öğretim yöntemine dair gerekli bilgi ve niteliğe sahip olması oldukça önemlidir.

Düz anlatım: Öğretimi yapılacak konu, öğretmen tarafından belirli bir düzen içinde öğrenciye aktarılır. Öğrenci dinleyici ve pasif roldedir.

Soru-cevap: Öğretmen, ilgili konu ile ilgili öğrencilere sorular sorar ve öğrencilerin öğrenme durumunu kontrol eder. Öğrenciler öğretmene sorular sorabilir.

Tartışma: Öğretmen rehberliğinde sınıfta bir tartışma ortamı yaratılır. Öğrenciler birbirlerine konuyla ilgili sorular sorar ve cevaplarlar.

Gösterip yaptırma: Öğretmen, konuyla ilgili yapılacak işlemi gösterir ve bilgi verir, öğrenci bu işlemi yapar. Öğrenci aktif roldedir.

Proje: Öğretmen, öğrencilerin sevdikleri ve istek duydukları bir konu hakkında ortaya bir ürün çıkarmalarını ister. Öğrenci aktif roldedir.

Problem çözme: Öğretmen, öğrencilere konuyla ilgili bir problem durumu sunar ve bu problemin çözümünü öğrencilerden ister.

Örnek olay inceleme: Öğretmen, konuyla ilgili bir örnek olay durumu sunar ve öğrencilerden bu örnek olayda geçen problem durumlarına çözüm aramalarını ister.

Beyin fırtınası: Öğretmen, konuyla ilgili öğrenciler arasında bir tartışma ortamı sağlayarak öğrencilerin önceki bilgilerini de kullanmasını sağlar.

Eğitsel oyunlar: Öğretmen, öğrencilerle birlikte konuyla ilgili geliştirilmiş oyunlarla öğrenmelerini sağlar.

Laboratuvar: Öğretmen rehberliğinde, laboratuvar ortamında öğrenciler konuyla ilgili deneyler yapar ve aktif öğrenmeleri sağlanır.

Rol oynama: Bir olgunun, olayın ve fikrin öğrenciler tarafından dramatize edilmesidir. Öğrenci aktif roldedir.

Bu tez çalışmasında yukarıda açıklanan öğretim tekniklerinden laboratuvar, beyin fırtınası, araştırma yoluyla öğrenme, tartışma ve soru-cevap teknikleri kullanılacaktır.

1.1.7. Argümantasyon Temelli Öğretim

Argüman; tez, iddia veya sav olarak tanımlanmaktadır. (Türk Dil Kurumu, [TDK], 2018). Argüman bilimsel tartışmalarda karar özelliğinin merkezindedir. Bilişsel bakış açısıyla argümanın gelişmesi için bireylerin düşünme ve akıl yürütmelerini bulundurmalıdır (Billig, 1987; Kuhn, 1992; Demirel, 2016). Bilimin öğrenilmesinde argümantasyonun özel bir önemi vardır. Çünkü argümantasyon, kimi zaman bir öğrenme süreci, kimi zaman da bilimsel bilginin oluşturulma sürecine tanıklık etme olarak görülmektedir (Bricker ve Bell, 2008). Son yıllarda gelişmeye başlayan argüman ortamları öğrencileri sınıfta daha aktif tutmayı sağlayarak öğrenci merkezli bir eğitim sistemini destekleyen öğretim tekniklerinden bir tanesidir. Yapılandırmacı kuramı benimseyen eğitim-öğretim müfredatı da argümanları sınıflarda

uygulanabilir olmayı kolaylaştırarak eğitim-öğretimin gelişmesine büyük katkıda bulunmuştur (Hakyolu, 2010).

Argümantasyon; yorum yapma, model ve teorileri oluşturmada büyük öneme sahiptir. Artık sadece söylenenleri yapabilecek kadar bilgiye sahip bireylerin değil, aynı zamanda güçlü sosyal yönleri, işbirliği ve iletişim becerileri olan, bilgiyi seçebilen, sorgulayabilen, toplayabilen ve kullanabilen uzman bireylerin yetişmesi hedeflenmektedir. Uzman bireyler ise takım çalışması yapar, bilgileri sorgular, çevresiyle paylaşır, yeni bilgilere ulaşmak için araştırır, bilgiyi uygular ve yeni durumlar için biçimlendirir (Atasoy, 2004; Türkoğuz ve Cin, 2013).

Argümantasyon temelli öğrenme yaklaşımı ile:

•Araştırma ve sorgulama,

•Eleştirel düşünme,

•Problem çözme,

•Karar verme,

•Yaratıcı düşünme,

•Nedensellik kurma,

•Analitik düşünme,

•Analiz sentez ve uygulama,

•Derinlemesine düşünme

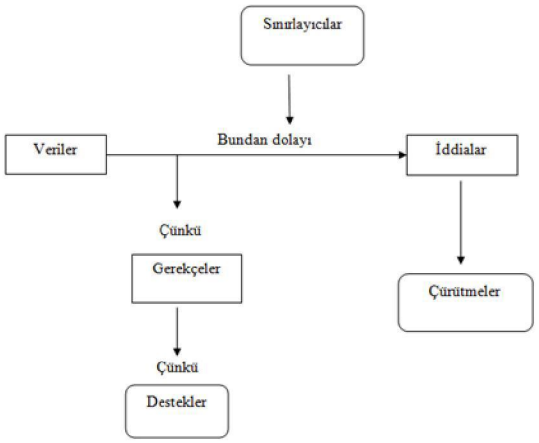
becerileri öğrencinin öğrenme ve argümantasyon yöntemi sürecinde gerçekleşir. Böylelikle öğrencinin bilgiyi nasıl elde ettiğini ve bilgiyi nasıl içselleştirdiği argümantasyon yöntemi ile analiz edilebilir.

Yapılandırmacı kurama dayalı öğrenme ortamlarında öğretmenler, öğrencilerinin fikirlerini rahatça ifade edebildikleri, düşüncelerini farklı gerekçelerle destekleyebildikleri ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt argümanlar geliştirebilecekleri diyaloglar içerisinde yer almalarını sağlar. Karşıt argümanları içeren yazılı veya sözlü tartışmalarda öğretmenler, öğrencilerinin geçerli verilere dayalı oluşturdukları iddiaları, haklı gerekçelerle sundukları tartışmalarda yönlendirici ve rehber rolü üstlenir (MEB, 2013; Kardaş, 2013).

Argümantasyon, öğrencilerin bilimsel bilgiyi kavramasında ve derinleştirmesinde oldukça önemli bir yaklaşımdır. Öğrenciler, günlük hayatta karşılaştıkları olayların bildiklerinden ve gözlemlediklerinden farklı bir bilimsel açıklaması ile karşılaştıklarında, doğru bilgiye ulaşabilmek için argümanları destekleyen veri ve gerekçelerin sağlam olması oldukça önemlidir. Öğrenme ortamlarının bir çeşidi olarak geliştirilen argüman ortamları ile ilgili yapılan tüm çalışmalar argüman ortamlarının eğitimdeki yerinin ne derece önemli olduğunu vurgulamaktadır. Argüman ortamları sayesinde; birbirleri ile sosyal etkileşim halinde olan, ne bildiğinin ve nasıl bildiğinin farkında olan, kendini daha rahat ve açık bir şekilde ifade edebilen bireyler yetiştirilebilmektedir (Hakyolu, 2010). Konuları bilimsel bilgiye dayandırarak tartışma yöntemi ile öğrencilerin hem gözlem, tahmin yapma gibi temel bilimsel süreç becerilerini hem de analiz sentez yapabilme, yeni hipotezler oluşturma gibi üst düzey bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi sağlanacaktır (Türkoğuz ve Cin, 2013).

1.1.7.1. Toulmin'in Argümantasyon Modeli

Toulmin günlük yaşamda kullanılan argümanlarla ilgili düşüncelerini "The Uses of Argument (Argümanın Kullanımı)" adlı eserinde anlatmıştır. Ayrıca bu argüman modeli, sınıf ortamında öğrenci tartışmalarını ölçmeye olanak sağlaması ve öğrenci argümanlarına model olabilmesi açılarından fen eğitimcilerin ilgisini çekmiştir (Osborne, Erduran, ve Simon, 2004a; Acar, Tola, Karaçam ve Bilgin, 2016). Toulmin'in 1958'de yayımlanan "The Uses of Argument" adlı eserinde yer alan tartışma modelinde 6 öğe vardır; veri (data), iddia (claim), gerekçe (warrant), destekleyici (backing), sınırlayıcı (qualifier), çürütme (rebuttal). Bu 6 öğenin ilk üçü olan veri, iddia ve gerekçe, bir argümanın temel öğeleri iken, diğer 3 öğe olan destekleyiciler, çürütmeler ve sınırlayıcılar yardımcı unsurlardır (Toulmin, 1958; Kaya ve Kılıç, 2008a; Çiftçi 2016).



Şekil 1. Toulmin'in Argümantasyon Şeması (Toulmin, 1958; Kaya ve Kılıç, 2008a).

Toulmin'in modelindeki öğelerle ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir (Driver, Newton ve Osborne, 2000; Kaya ve Kılıç, 2008a).

Veriler: Varsayıma dayalıdır, problem durumunda verilir; iddiayı desteklemeye yönelik tartışmada yer alan olgulardır.

İddialar: Verilere dayalı ortaya konulan sonuçlardır.

Gerekçeler: Veriler ve iddialar arasındaki ilişkinin kanıtlanmasını sağlayan nedenlerdir.

Destekleyiciler: Belirli dayanakları kanıtlamayı sağlayan temel kabullerdir.

Sınırlayıcılar: İddianın doğru sayılabileceği durumları belirler ve iddianın sınırlarını belirtir.

Çürütmeler: İddianın doğru sayılamayacağı durumları belirler.

Toulmin'in modelinin argümantasyon sürecine getirdiği yararlılıklar Aldağ (2006) tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Arık ve Akçay, 2017):

1. Tartışma sürecini yavaşlatarak analizi ve öğrencilerin süreci anlamlandırmalarını mümkün kılar.

2.İddiayı öne süren kişi tarafından açık olarak ifade edilemeyen varsayımların belirlenmesinde öğrencilere yardımcı olur.

3.Tartışmanın etkileşimsel bir akıl yürütme süreci olarak algılanmasını sağlar. (Arık ve Akçay, 2017)

4.Tartışma becerilerinin geliştirilmesini destekler.

5.Eleştirel bakış açısı kazandırır.

Toulmin'in argümantasyon modeli birçok alanda kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, Fizik eğitimi için Toulmin'in argümantasyon modeline yaklaşık bir model uyarlanmıştır.

1.1.7.2. Argümantasyona Dayalı Fen Etkinlikleri

Argümantasyon bilimsel ve pedagojik bir uygulamadır. Bilimsel tartışmada bilim insanları alternatif açıklamaları değerlendirerek ve ağırlıklı kanıtı, bilimsel iddiaları değerlendirerek sosyal olarak bilgiyi yapılandırır (Driver, Newton ve Osborne, 2000). Bilimsel argümantasyon; bilimsel bir argüman yaratma sürecidir (Duschl ve Osborne, 2002). Bilimsel argümantasyon gerçek, güvenilir bilimsel bir etkinliktir. Bu süreçte bilgi; kanıtın etkisinde bilimsel iddialar ve alternatif açıklamalar değerlendirilerek sosyal olarak yapılandırılır (Driver, Newton ve Osborne, 2000). Argümantasyona dayalı fen etkinlikleri, argümantasyon temelli öğretimde oldukça sık kullanılmaktadır.

Argümantasyon uygulamaları bireylerin tartışma ve akıl yürütme becerilerinin gelişmesini sağlar (Toulmin, 1958). Fizik eğitiminde argümantasyona dayalı geliştirilen etkinlikler, argümantasyon temelli öğretimin etkinliğini arttırmaktadır. Özellikle fen eğitiminde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri, yaptıklarını tartışmaları ve bunu bir öğrenme ortamında bilimsel bir tartışma içerisinde ifade etmeleri, öğrencilerin bilgiyi içselleştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, bilimsel argümantasyon merkezli profesyonel gelişim etkinlikleri öğretmenlerin pedagojik içerik bilgisini güçlendirmelerine yardım eder, ayrıca içeriği nasıl öğreteceği ve bilimin doğası bilgisine de sahip olmalarını sağlar (Knight ve Mcneill, 2011).

1.1.8. Bilgiyi İçselleştirme

Fizik öğretiminde, öğrencinin konuya ilişkin öğrendiği bilgileri içselleştirebilmesi en önemli konulardan bir tanesidir. Öğrencinin bilgiyi içselleştirmesi birçok basamaktan oluşmaktadır. Bloom taksonomisinin amacı, belli bir öğretim sürecinde hedeflenen kazanımların sonrasında gerçek davranışları arasındaki ilişkiyi kurmaktır (Beyreli ve Sönmez, 2017).

Bloom taksonomisi, bir bilişsel alan sınıflandırmasıdır. Öğrencinin bilgiyi içselleştirmeleri bloom taksonomisinin 6 basamağına yönelik gerçekleşir. Bloom

taksonomisinin temel fikri, eğitimcilerin öğrencilerinin ne bilmelerini istediklerinin basitten karmaşığa doğru aşamalı bir sıra içinde düzenlenebilir olduğudur. Diğer bir ifadeyle, öğrencilerin bilmeleri gerekenlerin eğitimsel hedefler olarak ifade edilmesi gerektiğidir (Tutkun ve Okay, 2012).

Bloom taksonomisine göre zihinsel gelişim süreci 6 basamaktan oluşmaktadır.

1.Bilgi (Knowledge) basamağı

2.Kavrama (Comprehension) basamağı

3.Uygulama (Application) basamağı

4.Analiz (Analysis) basamağı

5.Sentez (Synthesis) basamağı

6.Değerlendirme (Evaluation) basamağı

Bloom taksonomisinin bilişsel basamakları basitten karmaşığa doğru sıralanmıştır;

1.Bilgi (Knowledge) basamağı

Bilgi basamağı, Bloom taksonomisinin en alt basamağını oluşturmaktadır. Bilgi basamağı, öğrenilen içeriğin ve düşüncelerin fark edilmesi ve hatırlanması sürecidir (Beyreli ve Sönmez, 2017). Bu basamakta düşünce ve yorum yoktur. Geçmişte öğrenilen bilginin öğrenci tarafından hatırlanması istenir (Eren, 2016).

2.Kavrama (Comprehension) basamağı

Bu basamaktaki davranışlar; öğrenilen davranışları özümseme, örnek verme, nedenleri ve ilişkileri yazma ve söyleme, yeniden sıraya koyma, değiştirerek yazma, grafik çizme, sonucu kestirme ya da verilenlerden hareketle verilmeyeni kestirme/tahmin etme davranışlarını içerir. (Bloom, 1956; Büyükalan, 2004; Demirel, 2010; Toksoy, 2018).

3.Uygulama (Application) basamağı

İlk iki basamaktaki beceri ve yeterliliklerin sınıflanmasına dayalı olup kavrama sürecindeki metotların kullanılması sürecidir. Öğrenciden önceki bilgisini değiştirerek yeniden oluşturması beklenir (Enginer, 2004).

4.Analiz (Analysis) basamağı

Bu süreç, bilgiyi ayrıştırarak o bilgiyi oluşturan parçaları birbirinden ayırma bu parçalar arasındaki ilişkiyi inceleyerek bilgiyi bir bütün olarak görmeyi kapsamaktadır. Bu düzeyde öğrencinin bilgiyi oluşturan parçalar arasındaki ilişki analiz etmesi ve bağlantıları fark edebilmesi ön görülür. (Beyreli ve Sönmez, 2017).

5.Sentez (Synthesis) basamağı

Sentez basamağındaki sorular, öğrencinin yaratıcı düşünmesini gerektiren üst düzeyde sorulardır (Bloom, 1956; Büyükalan, 2004). Bu basamaktaki davranışlar; birleştirme, yaratma, üretme, yeniden düzenleme ve örgütleme davranışlarını içerir (Demirel, 2010).

6.Değerlendirme (Evaluation) basamağı

Bu basamakta öğrenci öğrendiklerini farklı durumlara taşıyarak yorum yapar, değerlendirir, çelişki bulur, karar verir, fikir sunar, ilave eder, nitelendirir, anlamını vurgular, sorgular, kanıtlar, destekler ve çözüm yolu bulur (Bloom, 1974; Senemoğlu, 1997; Eren, 2016).

Öğrencinin bilgiyi içselleştirmesi, bilginin yeterlilik düzeyine, öğrendiği bilgiyi günlük hayatta kullanabilme yeteneğine, o bilgiye dair formülasyonları başka problem durumlarında kullanabilmesine, kavramsal anlamaya ve üst düzey düşünme becerilerine bağlıdır. Bu beceriler; yaratıcı, yansıtıcı, eleştirel, analitik ve bilimsel düşünme becerileri olarak tanımlanabilir. Fizik eğitiminde ise bu konuya dair alanyazın taraması yapıldığında, öğrencilerin doğrudan bilgiyi içselleştirebilmelerine ve bu basamaklara yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.1.8.1. Kavramsal Anlama

Öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştığı olaylar ile okul ortamındaki öğrendikleri bilgiler arasındaki ilişkiyi kurmaları ve analiz etmeleri oldukça önemlidir. Ancak fen eğitiminde bazı kavramların öğrencilerin karşısına günlük yaşantılarından farklı bir biçimde çıkması, öğrencilerde kafa karışıklığı yaratabilir. Bu kafa karışıklığı öğrencilerin öğrenmelerini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden fen eğitiminde kavram öğretimi oldukça önemlidir. Kavram öğretimi eğitimciler tarafından nitelikli bir şekilde gerçekleştirmeli ve kavram kargaşalarına olabildiğince yer verilmemelidir. Fen öğretiminde kavramlar oldukça büyük bir önem taşır ve öğrencinin gelecekte öğrenecekleri konuların daha iyi öğrenilmesine olanak sağlar. Kavramlar benzer özelliklere sahip nesne görüş ve olaylar için geliştirilen ortak isimlendirmelerdir ve bilginin temel yapı taşlarını oluştururlar. Gözlemlerimiz ve deneyimlerimiz sonucunda kazanılan bilgiler bu sayede gruplandırılır ve sistematik olarak yapılandırılır (Kaptan, 1999; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009). Fizik bir doğa bilimidir. Yani,

günlük yaşamda karşılaştığı olayları ancak fizik bilimi ile anlamlandırılabilir. Bu yüzden fizik ve fizik kavramlarının anlaşılması, önem taşımaktadır. Fizik kavramlarının öğretimi, birçok öğretim yöntem ve metotları ile gerçekleşmektedir.

Öğrenme, öğrencilerin yeni fikirler kazanmalarıyla birlikte, sahip oldukları kavramları geliştirme, yani eski öğrendiği bilgileri ile yeni bilgilerinin yer değiştirme sürecidir (Dalaklıoğlu, 2015). Sinan (2007) kavramsal anlamayı, kavramlar arasındaki ilişkilerin ve benzerliklerin açıkça ortaya koyabileceği, bu kavramların gerekli olduklarında yeni ortamlara transfer edilebildiği ve günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılabildiği derinlemesine öğrenme olarak tanımlamaktadır.

Kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi fen eğitimi için oldukça önemlidir. Öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Kavramsal anlama testleri, kavramsal değişim metinleri, kavram karikatürleri bu çalışmalardan bazılarıdır. Ancak kavram yanılgılarının öğretmen tarafından belirlenmesi oldukça zordur. Çünkü kavram yanılgıları, öğrenci için yanlış bildiği bir bilgi değildir, aksine öğrenci o bilgiyi doğru olarak savunur ve doğruluğunu ispatlamak için gerekçeler sunar. Bu durumda öğrenciyi ikna etmek kavram yanılgılarının giderilmesinde yaşanan en büyük zorluklardan biridir.

Sonuç olarak, öğretmenler tarafından kavramların öğrencilere doğru öğretimi için ilk olarak var olan bilgilerinin kontrol edilmesi, bu eski var olan bilgilerle yeni öğretilecek kavramların arasındaki ilişkinin kurulması, öğrencilerin kavramsal anlamalarına yardımcı olacak ve öğretim etkinliğini arttıracak doğru öğretim yöntemi ile sağlanması öğrencilerin gelecekte yaşayabilecekleri kavram kargaşalarını ortadan kaldırmakla birlikte daha etkili bir kavramsal anlama sağlayabileceği söylenebilir.

1.1.8.2. Üst Düzey Düşünme Becerileri

Üst düzey düşünme becerilerine sahip olmak; soyut düşünmeyi, hayal kurarak nesnelerin farklı boyutlarını fark edebilmeyi, kategorize ederek birçok nokta ile ilişkilendirebilmeyi, aynıyı ya da farklı olanları ayırt edebilmeyi ve bunları bütüncül olarak deneyimledikleriyle birleştirip sunumunu zihinsel süreçler çerçevesinde yapabilmeyi içerir (Choorapanthiyil, 2007; Yurtkulu, 2018).

Aklın sınırlarını genişletmek, problemlere farklı açılardan bakarak alternatif çözümler üretebilmek de düşünmenin ve olaylara eleştirel yaklaşmanın nasıl olması gerektiğinin bilinmesi ile mümkündür. Eleştirel düşünmenin sözlük anlamına bakıldığında; Problem

çözme, entelektüel düşünme vb. durumlarda söz konusu olan bir dizi karmaşık bilişsel beceri olarak tanımlanmıştır (Budak, 2003; Narin ve Aybek, 2010). Alanyazında bilimsel süreç becerileri ikiye ayrılmıştır; 1) Temel beceriler, 2) Üst Düzey Beceriler (Bağcı Kılıç 2006; Martin, 1997; Padilla, 1990; Çoban, 2009).

Bloom Taksonomisinin ortaya koyduğu bilgiyi içselleştirme, kavrama, ayrıntılı olarak ele alma, parçaları birleştirerek daha kapsamlı uygulamaya dönük, yenilikçi yapıların aslında üst düzey düşünme becerileri ile mümkün olduğu bunun da ele alınmasında yaratıcı düşünme, analitik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri olarak incelenmiştir (Çakır, 2013).

1.2. Amaç ve Önem

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisinin belirlenmesidir.

Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularının seçilmesindeki ana motivasyon kaynağı alanyazına bakıldığında elektrik konularında öğrencilerin güçlükler yaşadığı, kavramsal anlamalarındaki eksiklikler, öğrencinin konuyu içselleştirip günlük hayatta ve ders uygulamalarında başarılı bir şekilde yerine getirememesidir. Ayrıca elektrik öğretimi, fizik eğitiminde oldukça önemli bir konudur. Çünkü elektrik fizik eğitiminin temel konularından biridir ve öğrenci fiziğin diğer alanlarında elektrik konusuyla karşılaşmaktadır. Temel elektrik konularını öğrenemeyen bir öğrenci, gelecekte karşılaşacağı fizik konularında zorluk yaşayabilirler. Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularının iki temel alt konu olarak belirlenmesi ve spesifik olarak seçilmesinin amacı öğrencilerin bu konular hakkındaki bilgiyi içselleştirme düzeylerinin derinlemesine araştırılmasıdır. Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konuları hem soyut, hem de birçok formül içermektedir. Bu formüller genel olarak integral içeren formüllerdir. Öğrenciler, elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularını anlayamadığı gibi, bu formüller tamamen kafalarında karışıklıklar yaratmaktadır. Öğrencilerin bu konuları öğrenmeden önceki hazır bulunuşluk düzeyi, matematik bilgisi konuyu öğrenmeleri için oldukça önemlidir. Hem ortaöğretim hemde üniversite düzeyinde temel bir konu olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konuları, bu çalışmada fizik öğretmen adayları üzerinde araştırılacaktır. Bu çalışma, öğrencilerin elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularının nasıl öğretileceğine, öğrendikleri bilgileri nasıl içselleştireceklerine ve öğrendikleri bilgileri nasıl uygulayacaklarına ışık tutacaktır.

Alanyazında argümantasyon temelli öğretimin elektrik konularının öğretimine olan etkisine dair araştırmalar incelendiğinde, oldukça az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Öğrencinin bilgiyi içselleştirmesi, bilginin yeterlilik düzeyine, öğrendiği bilgiyi günlük hayatta kullanabilme yeteneğine, o bilgiye dair matematiksel denklemleri başka problem durumlarında kullanabilmesine, kavramsal anlamaya ve üst düzey düşünme becerilerine bağlıdır. Bu beceriler; yaratıcı, yansıtıcı, eleştirel, analitik ve bilimsel düşünme becerileri olarak tanımlanabilir. Çalışmanın örneklem grubunu oluşturan fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında bilgiyi içselleştirme düzeyleri fizik eğitiminde elektrik konusunun öğretimine ışık tutacağı düşünülmektedir. Argümantasyon temelli öğretim yöntemi, tüm dünyada uygulanmakta olan ve oldukça etkili bir öğretim yöntemidir. Birçok araştırmacı argümantasyonun önemini açıkça belirtmektedir. Argümantasyon temelli öğretim yöntemi öğrencinin öğrendiği bilgileri ve kavramları her bir aşamasında ortaya çıkarır. Argümantasyon temelli öğretim yöntemi oldukça esnek ve birçok öğretim tekniğiyle desteklenebilir. Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularının, ilgili materyallerle destekli argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile öğretiminin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca elektrik konusunun öğretiminde argümantasyon temelli öğretim yönteminin kullanılması ve bu yöntemin materyallerle desteklenerek gerçekleştirilmesi literatüre ışık tutacaktır. Fizik eğitiminde ise bu konuya dair alanyazın taraması yapıldığında, öğrencilerin doğrudan bilgiyi içselleştirebilmelerine ve bu basamaklara yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında öğrencinin öğrendiği bilgiyi içselleştirme düzeylerine ve argümantasyon temelli öğretimin bu düzeye etkisine dair hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın, öğrencilerin elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularındaki eksikliklerini derinlemesine ortaya çıkaracağı, öğrenme süreçlerini destekleyeceği ve bu konuların öğretimine dair çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Problem cümlesi: Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimi ve sunuş yoluyla öğretiminin bilginin içselleştirilmesi üzerine etkisi ne düzeydedir?

Alt problemler;

1) Elektrik alanlar konusunda sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
2) Elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?

3) Elektriksel potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
4) Elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
5) Elektrik alan ve potansiyel konularında sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
6) Elektrik alan ve potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
7) Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularının argümantasyon temelli ve sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme üzerine etkisi ne düzeydedir?
8) Elektrik alanlar konusunun sunuş yoluyla ve argümantasyon temelli öğretiminin bilgiyi içselleştirme üzerinde anlamlı bir fark oluşturur mu?
9) Elektriksel potansiyel konusunun sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretiminin bilgiyi içselleştirme üzerinde anlamlı bir fark oluşturur mu?
10) Elektrik alanlar ve elektriksel potansiyel konularının sunuş yoluyla ve argümantasyon temelli öğretimlerinin bilgiyi içselleştirme üzerinde anlamlı bir fark oluşturur mu?

1.4. Tanımlar

Argümantasyon temelli öğretim: Argümantasyon, bilimsel iddiaların, deneysel ya da kuramsal deliller ile desteklendiği ve değerlendirildiği bilimsel tartışma ve sosyal etkileşim sürecidir (Jimenéz-Aleixandre ve Erduran, 2007). Bu süreçte, öğrencilerin bilimsel veya sosyal konularda argüman oluşturmaları ve bu oluşturdukları argümanların gerekçelerine sorgulayarak ulaşmaları ve bu argümanları verilerle destekleyerek nitekli bilimsel açıklamalarda bulunmaları beklenir.

Bilgiyi içselleştirme: Bilgi toplumunun eğitim programları için belirleyici olan yani "öğrenmenin sürekliliği" ilkesidir (Özden, 1998: 83). "Öğrenmeyi öğrenme" en yalın haliyle, mevcut bilgileri kullanarak yeni durumlar için gerekli bilgiyi kendi kendine üretebilmek demektir. Öğrenmeyi öğrenme, insanın sahip olduğu zekayı kullanması ve düşünme yetilerini kullanabilmesi ile mümkündür (Özden, 1998: 102). Bilgiyi içselleştirme süreci, ilk olarak öğrencinin öğrenmeyi öğrenme sürecinden geçip, sonrasında eleştirel düşünme yetilerini kullanarak analiz edebilme yeteneklerine bağlıdır.

BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde argümantasyon temelli öğretim, bilginin içselleştirilmesi ve elektrik konusunun öğretimi ve fizik eğitiminde nitel araştırmalara ilişkin kavramsal bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilecektir.

2.1. Fen Eğitiminde Argümantasyon Temelli Öğretim ile İlgili Çalışmalar

İlgili araştırmaların bu bölümünde alanyazında son yıllarda fen öğretiminde argümantasyon temelli öğretim ile yapılan bilimsel çalışmalar atıf sayısı ve kronolojik sıralama ile dikkate alınarak özetlenmiştir.

Kelly, Druker ve Chen (1998), öğrencilerin elektrik konusundaki argüman kalitelerini araştırmışlardır. Toulmin'in argümantasyon modelinden yola çıkarak bir yöntem belirlenmiş ve öğrencilerin argüman kalitelerini nicel olarak tespit etmişlerdir.

Newton, Driver ve Osborne (1999), çalışmalarında fen bilgisi öğretmenlerinin sınıf içinde argümantasyon yöntemini uygulaması amaçlanmıştır. Öğretmenlerin argümantasyona yönelik görüşleri alınmış, odak görüşmeleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarında, sınıf içinde tartışma ortamlarının oldukça az olduğu belirlenmiş, buna yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

Driver, Newton ve Osborne (2000), bilim eğitiminde argümantasyonun yani tartışma ortamını daha kaliteli hale getirmek amacıyla yeni bir öneri sunmuşlardır. Argümantasyon niteliğinin gözden geçirilmesi ile başlayarak, bilimsel bilginin sosyal yapıdaki diyalog argümanının işlevini ve amacını araştırmışlardır.

Duschl ve Osborne (2002), argümantasyona yönelik güncel çalışmaları incelemişlerdir. Bu çalışmalara doğrultusunda, argümantasyonun sınıf içinde kullanımına yönelik yeni önerilerde bulunmuşlardır.

Osborne, Erduran ve Simon (2004a), çalışmalarında bilimsel bağlamda tartışmanın öğretilmesini ve öğrenilmesini destekleyen öğrenme ortamlarının tasarımını ve değerlendirmesini ve öğrenci yeteneklerindeki ilerlemeyi argümantasyon ile değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Verilerin analizi, öğretmenlerin yıl boyunca tartışmayı kullanma alışkanlıklarında önemli bir gelişme olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, düzenlemenin kullanım modelinin değişimin niteliği gibi öğretmene özel olduğunu göstermiştir. Bulgular, öğrencilerin argümanlarının kalitesinde bir gelişme olduğunu göstermiştir.

Erduran, Simon ve Osborne (2004), ''Okul Biliminde Argüman Kalitesinin Arttırılması'' başlıklı bir projenin parçası olarak geliştirilen bir argümantasyon yönteminin

bazı metodolojik yaklaşımlarını rapor etmişlerdir. Bu metodolojik yaklaşım ile argümantasyon öğretimi desteklenmiştir.

Altun (2010), araştırmasında bilimsel tartışma odaklı öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla 7. sınıf öğrencilerinin ışık ünitesindeki akademik başarılarının ve bilimin doğasını anlama düzeylerinin artmasında ve fene karşı tutumlarının olumlu yönde gelişmesinde anlamlı bir etkinliğe sahip olup olmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarında bilimsel tartışma odaklı öğretim yöntemiyle derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin ışık ünitesi kapsamında akademik başarılarının geleneksel öğretim yöntemlerine göre anlamlı derecede daha iyi olduğu tespit etmiştir.

Hakyolu (2010), farklı başarı düzeyine sahip öğrencilerin argüman içeren fen derslerine katılım performanslarını karşılaştırmaya yönelik bir çalışma yapmıştır. Verilerin analizlerinden elde ettiği sonuçlara göre konu ile ilgili bilgi düzeyi fazla olan öğrencilerin hem argüman ortamlarına katılımları hem de öne sürdükleri fikirlerinin bilimsellikleri açısından daha kaliteli argümanlar ortaya koyduklarını tespit etmiştir.

Kardaş (2013), fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin karar verme, problem çözme ve argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda argümantasyon odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin karar verme becerisini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Öğreten ve Sağır (2014), argümantasyona dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına ve tartışma becerilerinin gelişmesine etkisini araştırmışlardır. Öğretim sonrasında argümantasyona dayalı etkinliklerin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunun akademik başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı fark olduğunu ortaya koymuş, deney grubuna uygulanan argümantasyona dayalı etkinlikler analiz ettiklerinde ise öğrencilerin tartışma seviyelerinin de geliştiğini tespit etmişlerdir.

Boran (2014), argümantasyon temelli fen dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşleri ve epistemolojik inançları üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma bulguları argümantasyon temelli fen eğitiminin üç katılımcıdan ikisinin bilimin doğasına yönelik görüşlerinde ve epistemolojik inançlarında gelişme olduğunu ortaya koymuştur.

Torun (2015), argümantasyon temelli öğretimin, yedinci sınıf sosyal bilgiler dersinde argüman düzeylerini ve argüman düzeyleri ile karar verme becerileri arasındaki ilişkiye etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Sonuç olarak argümantasyon temelli yürütülen sosyal bilgiler dersinde öğrencilerin ürettikleri argüman düzeylerinin arttığı,

öğrencilerin daha kaliteli argümanlar ürettikleri ve argüman düzeyleri ile karar verme becerileri arasında olumlu bir ilişkinin olduğunu tespit etmiştir.

Ulu ve Bayram (2015), fen dersinde ve laboratuvar uygulamalarında Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Uygulamanın ardından deney grubu ile kontrol grubu arasında, kavram öğrenme düzeyleri açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark oluştuğunu ortaya koymuş, laboratuvar uygulamalarının ATBÖ yaklaşımını temel alan aktiviteler şeklinde gerçekleştirilmesi, laboratuvar uygulamalarının geleneksel yaklaşımın kullanıldığı aktiviteler şeklinde gerçekleştirilmesine göre öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini daha çok arttırdığını tespit etmişlerdir.

Tola (2016), argümantasyon tabanlı öğretimin ortaokul 6. Sınıf öğrencilerinin Madde ve Isı ünitesine yönelik olarak kavramsal anlama, bilimsel düşünme ve bilimin doğası anlayışlarına olan etkisini araştırmıştır. Sonuçlar deney ve kontrol grupları arasında uygulama sonrası kavramsal anlama açısından anlamlı bir fark olmadığını, her iki grupta da kavramsal anlama seviyesinin uygulama süresince arttığını, deney grubu öğrencilerinin bilimsel düşünme becerileri ve bilimin doğası anlayışları uygulama sonrasında kontrol grubu akranlarından daha yüksek çıktığını, deney grubu öğrencilerinin uygulama süresince bilimsel düşünme becerileri ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirdikleri gözlemlenirken; kontrol grubu öğrencilerinde böyle bir artış gözlemlenmediğini tespit etmiştir.

Tüzün (2016), argümantasyon odaklı kimya öğretimiyle bilim eğitiminde lise öğrencilerinin argümanlarının ve argümantasyonlarının kalitesinin geliştirilmesi suretiyle eleştirel düşünme becerilerinin nasıl geliştirilebileceğini araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda argümantasyon odaklı kimya öğretimi sürecinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir.

Urhan (2016), eşli tartışmalara dayanan argümantasyon tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencilerin informal akıl yürütme becerileri ve argüman kalitelerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarında bilgi düzeyinin argümantasyon kalitesi üzerinde etkili olmadığını, öğrencilerin farklı informal akıl yürütme örüntülerini kullandığı tespit etmiştir.

Şengüleç, Bahçivan ve Azar (2017), çalışmalarında Fen bilimlerinde hem öğretilmesi hem de öğrenilmesi aşamalarında kavramsal boyutta güçlüklerle karşılaşılan fizik alanında ve özellikle elektrik konusunda bir öğretim metodu olarak argümantasyon kullanılmasının Fen Bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlama durumlarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Yapılan analizler sonucunda, katılımcıların hem yıldırım hem de lambaların

parlaklığı konularındaki aktivitelerde argümantasyon süreci boyunca, iddialarının ve iddialarına yönelik sundukları gerekçelerinin bilimsellik düzeylerinde artış gözlemlenmiş, katılımcıların argümantasyon sürecinde diyalojik etkileşimleri artırmak için yapılan grup ve tüm-sınıf tartışmalarının, katılımcıların hem yıldırım hem lambaların parlaklığı konularındaki kavramsal anlamaları üzerindeki olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Demirel (2017), fen ve teknoloji dersinde argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, eleştirel düşünme becerileri, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenmeleri ve argümantasyon becerilerine etkisini incelemiştir. Öğrencilerinin güdülenmelerine ilişkin artırılmış gerçeklik teknolojisinin öğrencilerin içsel motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmış, argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının, argümantasyon yöntemi ve mevcut öğretim programı uygulamalarına göre öğrencilerin başarılarını ve güdülenmelerini artırmada daha etkili olduğunu, argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamaları ve argümantasyon yöntemi uygulamalarının tümdengelim yoluyla çıkarım yapma becerisini geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Kaçar ve Balım (2018), argümantasyona dayalı sorgulama yöntemine yönelik bir etkinliğin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliğini geliştirmişlerdir. Sonuç olarak öğrencilerin, seri bağlı devrelerde kavramlar arasındaki ilişkiyi anlamlı şekilde öğrendiklerini ortaya koymuşlardır.

Yalçın (2019), ortaöğretim 9. sınıf fizik dersi Hareket ve Kuvvet ünitesinin Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımına dayalı öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve öğrencilerin fizik dersine yönelik motivasyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarında, uygulama öncesi deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin fizik dersindeki başarı seviyelerinin ve fizik dersine yönelik motivasyonlarının hemen hemen aynı olduğu bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarına ait son test başarı puanları karşılaştırıldığında ise, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu ortaya koymuştur.

Polat (2019), çalışmasında Argümantasyon Yöntemine Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimi, Mantıksal Düşünme Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi ve akademik başarıları üzerinde anlamlı etkisinin olduğu, mantıksal düşünme becerileri üzerinde anlamlı farklılık olmadığı ortaya konmuştur. Argümantasyon yönteminin öğretmen adaylarının sorgulama, öğrenmeyi

öğrenme, düşünmeyi geliştirme, analiz etme, mantık kurma, kendini ifade etme ve yorumlama gibi beceriler üzerinde etkili olduğu, çalışma süreci boyunca öğretmen adaylarının argüman oluşturma becerilerinde artış olduğu ortaya konmuştur.

2.2. Bilgiyi İçselleştirme

İlgili araştırmaların bu bölümünde bilgiyi içselleştirme; kavramsal anlama ve üst düzey düşünme becerileri olarak ikiye ayrılmıştır. Fen öğretiminde, kavramsal anlama ve üst düzey biliş becerilerine yönelik bilimsel çalışmalar atıf sayısı ve kronolojik sıralama ile dikkate alınarak özetlenmiştir.

2.2.1. Fen Eğitiminde Kavramsal Anlama ile İlgili Çalışmalar

Hammer (2000), kavramsal anlama ve kavram yanılgıları üzerine olan çalışmalara katkı sağlamak amacıyla bir araştırma yapmıştır. Araştırmasında, fizik eğitiminde yürütülen, kavramsal anlama ve kavram yanılgılarında kullanılan yöntem ve teknikleri yeniden incelemiştir.

Wieman ve Perkins (2005), çalışmalarında fizik eğitiminde öğrencilerin bazı spesifik konular üzerine olan kavramsal anlamalarını araştırmış, bu kavramların anlatımına yönelik yeni yaklaşımlar önermiş, bilgisayar simülasyonu ile gerçekleştirilen kavram öğretimini desteklemiştir.

Zacharia (2007), geleneksel deney yapma yöntemi ile bilgisayar simülasyonu ile gerçekleştirilen deney yapma yöntemini birleştirerek, elektrik devreleri konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına olan etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda bilgisayar simülasyonu ile gerçekleştirilen deney yapma yöntemi ile desteklenen geleneksel deney yapma yönteminin, öğrenciler üzerinde kavramsal anlamalarına olumlu yönde etki ettiğini tespit etmiştir.

Duran (2014), ilköğretim fen ve teknoloji dersinde, "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesi, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre geliştirilen etkinlik setinin, 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisini belirlemek ve etkinlik setinin derste kullanımına yönelik öğrenci görüşlerini tespit etmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları, eleştirel düşünme düzeyleri ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutum puanları üzerinde anlamlı etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Dalaklıoğlu (2015), fizik dersini alan ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerin Enerji ve Momentum konuları ile ilgili kavrama düzeylerini belirleyerek eğer var ise onların kavram yanılgılarını ortaya çıkarmıştır. Elde ettiği verilerin analizleri ve görüşmeler sonucunda

ortaöğretim onbirinci sınıf öğrencilerinin Enerji ve Momentum konularında birçok kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmiştir. Ayrıca Enerji ve Momentum konularına yönelik tutum puanlarının analiz sonucunda erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur.

Cin (2018), çalışmasında fen bilimleri derslerinde yenilikçi fen deneyleriyle sorgulamaya dayalı öğrenmenin; öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, epistemolojik inançlarına ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlamıştır. Çalışma sonuçlarında, deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında kavramsal anlama testi açık uçlu sorular açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Epistemolojik inanç ve fen bilimlerine yönelik tutum ölçeklerinde nicel olarak her iki grup arasında anlamlı fark görülmezken, epistemolojik inanç için nitel olarak deney grubu öğrencilerinde daha fazla gelişme görülmüştür.

2.2.2.1. Üst düzey düşünme becerileri ile ilgili çalışmalar

Çınar (2007), İlköğretim Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve akademik risk alma düzeyine etkisini incelemiştir. Deneysel uygulama sonucunda, probleme dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı deney grubu, geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı kontrol grubundan bilişsel hedef düzeyleri bakımından anlamlı düzeyde başarılı bulunduğunu, deney grubu, problem çözme ve bilimsel yöntem süreç beceri düzeyleri bakımından da kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarılarını artırdığı, akademik risk alma ve yaratıcılıklarını geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Aras (2018), ortaokul altıncı sınıf Sosyal Bilgiler dersinde üst düzey düşünme becerilerinin ve yaratıcı düşünmenin öğrenci başarısına etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonuçları doğrultusunda, ders öğretmeni ve öğrencileri ile yapılan görüşmeler de problem çözme üst düzey düşünme yaratıcılık eleştirel düşünme, yansıtma ve ıraksak düşünme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, ortaokul Sosyal Bilgiler dersinde üst düzey düşünme becerileri ve yaratıcılık düzeylerinin öğrenci başarısına olumlu etkilediğini ortaya koymuştur.

Erdoğan (2018), 7. sınıf merkezi eğilim ölçüleri konusunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelenmiştir. Araştırma sonucunda deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.

2.3. Elektrik konusunun öğretimi ile İlgili Çalışmalar

İlgili araştırmaların bu bölümünde alanyazında son yıllarda fen öğretiminde elektrik konusu ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar atıf sayısı ve kronolojik sıralama ile dikkate alınarak özetlenmiştir.

Fredette ve Lochhead (1980), çalışmalarında basit elektrik devrelerine ilişkin öğrenci kavramlarını araştırmışlardır. Buna yönelik öğrencilere kavramsal sorular içeren çalışma kağıtları verilmiş ve öğrenciler bir tartışma ortamı yaratılarak cevaplarını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda basit elektrik devrelerine ilişkin birçok kavram yanılgısı ortaya çıkarılmıştır.

Cohen, Eylon ve Ganiel (1983), çalışmalarında öğrencilerin basit elektrik devreleri hakkında kavram yanılgılarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Bunun için; bir elektrik devresindeki değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkilerini içeren nitel sorulardan oluşan bir anket uygulamışlardır. Araştırma sonucunda basit elektrik devreleri konusuna yönelik bir çok kavram yanılgısı ve öğrenmede güçlük çekilen noktalar tespit edilmiştir.

Shaffer ve McDermott (1992a), öğrencilerin elektrik devreleri hakkındaki görüşlerini, elektrik devreleri hakkındaki kavram yanılgılarını, öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadığı durumları araştırmış ve tespit etmişlerdir.

Shaffer ve McDermott (1992b), çalışmasında elektrik konusuna yönelik laboratuvar tabanlı öğretim için bir müfredat geliştirmiş, bu müfredatın geleneksel öğretime uygun olup olmadığını bir grup üzerinde uygulamıştır. Çalışma sonucunda, bu yaklaşımın geleneksel öğretime göre elektrik kavramlarının öğretiminde daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır.

Yiğit ve Akdeniz (2003), elektrik devrelerine yönelik olarak geliştirilen logo destekli programın çalışma yaprağı ile yapılan uygulamalarının öğrencilerin başarı ve tutumları üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Bilgisayar Destekli Öğretim ve elektrik devrelerine ilişkin puanlarda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Vatansever (2006), kavramsal değişim metinlerine dayandırılan öğretimin, geleneksel fizik öğretimi ile karşılaştırıldığında onuncu sınıf öğrencilerinin elektriksel alan, elektriksel potansiyel ve elektriksel potansiyel enerji konularındaki kavram yanılgılarını gidermeye olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarında, kavramsal değişim yöntemi ile yapılan öğretimin, öğrencilerin fizik dersine karşı olan tutumlarını arttırmada etkili olmadığını ortaya koymuştur.

Bayrak, Kanlı ve İngeç (2007), 9. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri konusundaki akademik başarısında, simülasyon programı kullanılarak yapılan bilgisayar destekli fizik öğretiminin, laboratuvar destekli fizik öğretimine göre etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda; laboratuvar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi ile bilgisayar (simülasyon)

destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi arasında anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Jaakkola ve Nurmi (2008), ilköğretim düzeyinde bilgisayar simülasyonlarını ve laboratuvar aktivitelerini birleştirerek, basit elektrik kavramlarının öğretimi üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarında, simülasyon-laboratuvar aktivitelerinin birleştirilerek öğretim yapılmasının istatiksel olarak daha iyi öğrenmeye yol açtığını, öğrencilerin kavramları daha iyi anlamasına yol açtığı tespit edilmiştir.

Çıldır (2009), elektrik akımı konusunun öğretiminde analoji kullanımının öğrencilerin "Elektrik Akımı" konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesine etkisini ve farklı yöntemlerin, öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmede değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılamayacağını araştırmıştır. Araştırmada, analoji destekli öğretimin öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarını gidermede, kavramsal değişimi sağlamada ve öğrencilerin başarılarını arttırmada analoji içermeyen düz anlatım yöntemine göre daha başarılı olduğunu, elektrik kavram testinin yanı sıra, analoji ve kavram haritalarının öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde alternatif değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Mısır (2009), 11.sınıf fizik öğretim programında yer alan " Elektrostatik" ve "Elektrik Akımı" ünitelerindeki "Ohm Yasası", "Suyun Elektrolizi", "İletkenin Sığası", "Elektriksel İş ve Isı" konularına yönelik, TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin etkililiğini öğrenci başarısı boyutunda incelemiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgulara dayalı olarak; öğrencilerin kazandıkları davranışların, bireysel ve sosyal gelişimlerini desteklediği, kendi kendilerini yönlendirip öğrenmelerine ve akademik başarılarının artırılmasına, öğrenme sürecinde ders kapsamındaki başarı ve bilgi seviyelerinin farkında olmalarına olumlu katkı sağladığı sonucuna varmıştır.

Demirezen (2010), basit elektrik devrelerinde 7E modelinin kavram yanılgılarını gidermedeki yeterliliğinin üç aşamalı sorularla ölçülmesi ve 7E modelinin başarıya, bilimsel süreç becerilerine ve bilgilerin kalıcılığına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın bulgularına göre; 7E modelinin öğrencilerin başarılarına, kavram yanılgılarının giderilmesine, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine anlamlı bir katkı sağladığını tespit etmiştir.

Salar (2011), öğretmen adaylarının elektrik devreleri ile ilgili kavram yapılarını repertuar çizelge tekniği ve kavram haritaları ile ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda, basit elektrik devrelerinde, repertuar çizelge tekniğinin öğrencilerin kavram yapılarını ortaya çıkardığını, elektrik konusunda, öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmiştir.

Erdoğdu (2011), 11.sınıf Elektrik Akımı ve Lambaların Parlaklığı konularında yapılandırmacı öğretim yönteminin 5E modeli kullanılarak yapılacak öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisini incelemiş ve karşılaştırmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin 'Elektrik Akımı Başarı Testi' (EABT) ve 'Lambaların Parlaklığı Başarı Testi' (LPBT) son test puanlarına ilişkin deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir.

Aykutlu ve Şen (2012), 11. sınıfta okuyan lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarını üç aşamadan oluşan elektrik kavram testi, kavram haritası etkinlik formu ve elektrik kavramları benzetim formu kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak öğrencilerin elektrik akımı konusuna yönelik kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir.

Aydın (2016), deneylerle zenginleştirilmiş gösteri yöntemi ve fen programının ön gördüğü öğretim yönteminin, 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, hem deneylerle zenginleştirilmiş gösteri yönteminin hem de ilköğretim fen programının öngördüğü yöntemlerin sınıflarda etkili olarak uygulandığı, akademik başarı ön test puanları incelendiğinde, anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Doğan (2019), araştırmasında STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, Elektrik Enerjisi Başarı Testi son test puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu, Bilimsel Süreç Becerileri Testi son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını, Fene Yönelik Tutum Ölçeği son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını, STEM Tutum Ölçeği ve STEM Tutum Mühendislik alt boyutu sontest puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu tespit etmiştir.

Kurt (2019), araştırmasında fizik öğretmen adaylarının elektrik konusundaki metaforlarını ve metaforik algılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak, metaforların soyut kavramları somutlaştırmada başarılı öğrenme araçları olduğunu ortaya koymuştur.

2.4. Fen Eğitiminde Nitel Araştırmalar

İlgili araştırmaların bu bölümünde alanyazında son yıllarda fen öğretiminde nitel araştırmalar ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar atıf sayısı ve kronolojik sıralama ile dikkate alınarak özetlenmiştir.

Tandoğan ve Orhan (2007), fen eğitiminde probleme dayalı aktif öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları ve kavram öğrenmeleri üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Araştırma sonucunda, probleme dayalı aktif öğrenmenin, öğrencilerin akademik başarılarını ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Kömürcü (2010), yapılandırmacı yaklaşımla yetişmiş 6. sınıf öğrencilerinin "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesiyle ilgili algılarını, düşüncelerini, konunun öğrencilerin zihninde nasıl yapılandırıldığını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Analizler sonucunda Yapılandırmacı Yaklaşımın öğrencilerin bilgilerini anlamlı şekilde yapılandırmalarında etkili olduğu, öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgileri zihinlerinde ön öğrenmelerini kullanarak temellendirdikleri ortaya çıkmıştır.

Yener (2010), "Genel Fizik Laboratuvar Uygulamaları" derslerinde kullanılmakta olan deney kitapçıkları ile performans değerlendirmeye yönelik yeniden düzenlenen deney kitapçıklarının, öğrenci performanslarını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Geliştirilen kitapçığın kullanıldığı deney grubunda yer alan öğrencilerin performanslarının dört farklı referansa göre yüksek olduğu saptanmıştır.

Koç (2012), Fizik öğretmen adaylarının Kuantum Mekaniği ile ilgili kavramsal anlamalarını ve kavramsal anlama düzeylerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, yapılan analizlerle öğrencilerin kuantum mekaniği ile ilgili kavramsal anlama biçimlerini tespit etmiştir.

Altuntaş (2013), ortaöğretim öğrencilerinin kuvvet kavramına ve kuvvet ile hareket kavramları arasındaki ilişkiye ait kavram imajlarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda kavram imajları bireyden bireye farklılık göstermesine rağmen, öğrencilerin kuvvet kavramını genellikle temas kuvveti olarak algıladıkları ve cisimlerin hareket durumlarında yaptığı değişiklikler ile açıklamaya çalıştıkları belirlenmiş, kuvvet ve hareket kavramları arasındaki ilişkiye ait araştırma verilerinde ise, öğrencilerin kuvvet ve hareket kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları da tespit etmiştir.

Demiroğlu (2013), çalışmasında üniversitelerin Matematik ve Fizik Alan ve Alan Eğitimi Lisans ve Lisansüstü Programlarında kullanılan ölçme ve değerlendirme yaklaşımları ve ders içi uygulamaları incelemiş, matematik ve fizik alan ve alan eğitimi lisans ve lisansüstü programlarında, ölçme değerlendirme yaklaşımları ve uygulamalarının niteliğinin ve ölçme ve değerlendirmeye yönelik ders içi uygulamaların, betimsel ve kavramsal olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, matematik ve fizik alan ve alan eğitimi programlarında ders veren 4 öğretim üyesinin ölçme ve değerlendirme yaklaşımları birbirinden farklılaşmakla birlikte benzer özelliklere de sahip olduğu belirlenmiştir. Öğretim üyelerinin lisans ve lisansüstü programlardaki yaklaşımları ve ölçme değerlendirme

uygulamaları ve değerlendirme yaklaşımlarının alan programları ve alan eğitimi programlarında birbirinden oldukça farklılaştığı tespit edilmiştir.

Madanoğlu (2015), çalışmasında 9. Sınıf öğretim programında yer alan iş ve enerji konusuna dair öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi ve öğrencilerin iş ve enerji konusundaki kavramsal gelişimlerinin incelenmesini amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, öğretim öncesinde öğrencilerin literatürde belirlenmiş birçok kavram yanılgısına benzer şekilde kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmiştir.

Ceğer (2018), çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin modelleme eğiliminin belirlenmesi ve buna etki eden faktörlerin neler olduğunu tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin model ve modelleme sürecine dair çoğunlukla olumlu düşüncelere sahip oldukları fakat zaman sıkıntısı, konuların yoğun olması, öğrencilerin isteksiz olması, çalışan öğrencilerin yanında çalışmayanın da olması gibi faktörlerden dolayı bazı olumsuz düşüncelere de sahip olduklarını tespit etmiştir. Model oluşturma ve tasarlama sürecinde öğretmenleri en çok etkileyen faktörlerin; modellerin önemli öğrenim ve öğretim araçları olduğu düşüncesi, öğrencinin modeli hangi amaçla ne düşünerek tasarladığı, görev paylaşımı yapıp yapmadıkları, maddi imkânlar, karmaşık olmaması, güvenli olması, konuya uygun olması, kazanımlara uygun olması, öğrencinin çabalaması, modelle daha iyi anlayıp anlamadıkları, öğrencinin modeli tek başına yapıp yapamayacağı, modelin ne kadar zaman aldığı, sınıfın seviyesi, konunun seviyesi ve malzemelerin kolay temin edilebilmesi gibi faktörlerin olduğunu tespit etmiştir.

Munk-Jakobsen (2018), fizik bölümü öğrencilerinin parçacık fiziği konularını anlama düzeylerini ve bu konulardaki kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmadan sonucunda, fizik bölümü öğrencilerinin parçacık fiziği konusundaki bilgilerinin yetersiz olduğu ve çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmaya ait; araştırmanın modeli, evren ve örneklem, veri toplama süreci ve araçları, deney deseni, işlem yolu, denel işlemler, veri çözümleme teknikleri ve geçerlilik ve güvenirlik çalışmalarına ait açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma veri toplama yöntemleri açısından nitel, araştırma yöntemleri açısından betimsel gelişimci, tek gruplu yarı deneysel durum çalışması olarak belirlenmiştir. Araştırmanın amacına ve problem cümlelerine yanıt aramaya yönelik olarak nitel araştırma modellerinden durum çalışması (case study) olarak belirlenmiştir. Tek gruplu yarı deneysel desende deneysel işlemin tek bir grup üzerinde olan etkisi incelenir. Araştırmanın örneklemi üzerinde araştırmanın bağımlı değişkenine yönelik ölçümleri uygulama öncesi ön ölçüm, uygulama sonrası son ölçüm olarak uygulanır. Bu araştırmada araştırmacının rolü; hem katılımcı hem de gözlemci rolündedir. Nitel araştırmaların özellikleri şöyle sıralanabilir (Büyüköztürk vd., 2016 s. 245);

1) ***Doğal ortam:*** Olguların, olayların ya da davranışların gerçekleştiği doğal ortamda çalışılır.
2) ***Doğrudan veri toplama:*** Araştırmacı verilere doğrudan kaynağından ulaşır.
3) ***Zengin betimlemelerin yapılması:*** Bağlam ve olguların derinlemesine anlaşılmasını sağlayacak detaylı betimlemeler yapılır.
4) ***Sürece yönelik:*** Olgu ve davranışların nasıl ve neden gerçekleştiğine odaklanır.
5) ***Tümevarımcı veri analizi:*** Sentezlenerek elde edilen bilgilerden yola çıkarak ikna edici genellemeler yapılır.
6) ***Katılımcının bakış açısı (araştırmacının katılımcı rolü):*** Katılımcının anlamasına ve anlamlandırmasına odaklanır.
7) ***Araştırma desenlerinde esneklik:*** Araştırma deseni, çalışmanın gerçekleştiği duruma göre gelişir ve değişir.

Nitel bir araştırma modeli olan durum çalışmaları (case studies), bilimsel sorulara cevap aramada kullanılan ayırt edici bir yaklaşım olarak görülmektedir. Araştırmalarda durum çalışmaları, bir olayı meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve görmek, bir olaya ilişkin olası açıklamaları geliştirmek, bir olayı değerlendirmek amacıyla kullanılır (Gall, Borg ve Gall, 1996; Büyüköztürk vd. 2016 s.260). Durum çalışmasında, gözlemlerden, derinlemesine

yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin analizi ile araştırılan konunun derinlemesine ve boylamsal olarak incelenmesine olanak sağlar (Glesne, 2012).

3.1.1. Nitel Araştırma Aşamaları

Nitel araştırmalar, sırasıyla;

- Çalışılacak olan olayın saptanması,
- Çalışmadaki katılımcıların belirlenmesi,
- Hipotezlerin üretilmesi,
- Verilerin toplanması ve
- Verilerin analizi

olmak üzere 5 aşamadan oluşmaktadır. Nitel çalışmalarda verilerin analizi; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi farklı kaynaklardan elde edilen büyük miktarlardaki veriler önce incelenerek kodlanır ve sonra kodlamalar dikkate alınarak sentezlenerek bulgulara ulaşılır. Nitel araştırmalarda araştırma sorularının cevaplandırılmasında çoğunlukla belirli istatistik teknikler kullanılmaz, bunun yerine betimlemeler kullanılır (Büyüköztürk vd., 2016 s. 250).

Araştırma tek gruplu yarı deneysel bir araştırma olduğu için araştırma tek bir gruptan oluşmaktadır. Tek gruplu yarı deneysel desende, seçilmiş olan bir grup üzerine uygulanan bağımsız değişken ile uygulama öncesi ve uygulama sonrası ölçüm gerçekleştirilir. Ön ölçüm uygulama öncesi, son ölçüm uygulama sonrası gruba uygulanır. Değişkenin etkili olup olmadığı ön ölçüm ve son ölçüm ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesiyle belirlenir.

Araştırmada nitel veri toplamak için görüşme ve doküman inceleme teknikleri kullanılmıştır. Nitel araştırmalarda verilerin iç geçerliğine karşılık olarak inandırıcılık kavramı kullanılmaktadır. Görüşmenin geçerlik ve güvenirliğinin sağlanmasında araştırmacının soru soruş biçiminin, elde edilecek verilerin niteliği ve içeriği üzerinde etkisi olduğu açıktır. Araştırmanın güvenirliği açısından görüşmede kayda alınan verilerin yazıya dökümü esnasında tutarlılık sağlanmalıdır. Bunun için kayıtlar farklı zamanlarda çözümlenerek tutarlılığa bakılmalıdır. Araştırmacı kendi konumunu, görüştüğü bireyleri, görüşmenin gerçekleştiği sosyal ortamı, veri analizinde kullanılan kavramsal çerçeveyi, veri toplama ve analiz yöntemlerini ayrıntılı olarak açıklayarak çalışmasının güvenirliğinin artmasına katkıda bulunabilir. Görüşmede yer verilen soruların kapsam geçerliğinin sağlanması son derece

önemlidir. Bu nedenle hazırlanan soruların kapsam geçerliği, uzman görüşleri alınarak teyit edilmelidir. (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019 s.122)

Doküman incelemede verilen inandırıcılığının artırılması için, elde edilen verilerin açık ve tutarlı sunulması ve veri analizi sürecinde bir başka araştırmacının teyidinin alınması önerilmektedir. Bunun için toplanan dökümanlar üzerinde uzun süre çalışılması yararlı olacaktır. Ayrıca toplanan verilerin sürekli birbiri ile karşılaştırılarak yorumlanması bu verilere eleştirel gözle bakılması, ulaşılan sonuçların gerçeğe uygun olup olmadığının sorgulanması son derece önemlidir. Nicel araştırmalarda dış geçerlik sonuçların genellenebilirliğini işaret etmekteyken nitel araştırmalarda bu kavram yerini verilerin aktarılabilirliği almaktadır. Doküman analizinde elde edilen verilerin aktarılabilirliğinin sağlanması, bu verilerin doğrudan alıntılar da kullanılarak ayrıntılı bir şekilde betimlenmesi yoluyla gerçekleşmektedir. Güvenirlik açısından bakıldığında ise doküman analizi sonucunda elde edilen verilen tutarlılığının incelenmesi devreye girmektedir. Bunun için araştırmacı topladığı veriye dışarıdan birisinin gözüyle bakarak tutarlı davranıp davranmadığını sorgulamalıdır. (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019 s.128)

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırma, tek gruplu yarı deneysel bir araştırma olduğu için evren belirlenemez. Araştırmanın örneklemini 2019-2020 öğretim yılı, güz yarıyılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Öğretmenliği bölümünde eğitim gören ve Elektrik dersini alan öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın örneklem seçilirken, örneklemi oluşturan öğrencilerin benzer özellikte olmalarına, grubun homojenliğine ve örneklemin araştırma amacına uygun olması için öğrencilerin derse yönelik başarı ve tutum durumlarına dikkat edilerek örneklem belirlenmiştir. Araştırma yöntemi nitel, durum çalışması olduğu için ve araştırmanın problem cümlesi ve alt problem cümlelerine yönelik derinlemesine bir araştırma yapılacağı için örneklem grubunun Fizik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 4 öğretmen adayından oluşturulmasına karar verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

3.3.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular

Bu araştırmada fizik dersinde elektrik alan ve potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimin öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından elektrik alan ve potansiyel konularına yönelik açık uçlu sorular geliştirilmiştir.

Araştırmanın amacına yönelik, araştırmacı tarafından uygulanmak üzere elektrik alan ve potansiyel konularını içeren 10 ana başlıktan oluşan açık uçlu sorular geliştirilmiştir. Elektrik alan ve potansiyel konularına yönelik 10 başlık belirlenirken üniversite düzeyinde temel fizik kitaplarından yararlanılmıştır. Bu fizik kitapları referans alınarak her bir konu başlığı için ayrı ayrı Bloom Taksonomisine (Bilgi, Kavrama, Uygulama, Analiz, Sentez ve Değerlendirme) göre öğrencilere kazandırılması amaçlanan hedef ve kazanımlar belirlenmiştir. Elektrik alan ve potansiyel konularına yönelik açık uçlu sorular geliştirilirken hedef ve kazanımlara uygun olması için gerekli çalışmalar yapılmıştır. Ölçme aracı, her bir soru başlığının altında birden fazla seçenekli olmak üzere toplam 24 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Açık uçlu sorular geliştirilirken elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında literatür taraması yapılmış, üniversite ders programından ve kitaplarından yararlanılmış ve belirlenen kazanımlara yönelik sorular geliştirilmiştir. Belirlenen kazanımların Bloom Taksonomisine göre her bir soru için belirtke tablosu (Ek. 4) verilmiştir. Açık uçlu sorular geliştirilirken soruların geçerliliği için iki uzman görüşüne başvurulmuş, açık uçlu sorular bu uzman görüşlerine göre tekrardan değerlendirilmiş ve revize edilmiştir. Açık uçlu soruların güvenirliği için, araştırmacı dışında iki uzman açık uçlu soruları cevaplandırmış, bu sonuçlar SPSS 22.0 programında Kendall's coefficient of concordance Kendall's W ile analizi yapılmış, eş gözlemler arasında uyumluluk (concordance) veya bağımlılık olup olmadığı araştırılmıştır. Kendall's W: 0.95 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç testin güvenirliğinin sağlandığını göstermektedir. Geliştirilen açık uçlu sorular, argümantasyon temelli öğretim uygulaması öncesi ön ölçüm, sonrasında son ölçüm olarak uygulanmıştır. Geliştirilmiş olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu sorular ölçme aracının son hali (Ek. 5) verilmiştir.

3.3.2. Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Bireysel görüşmeler, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşmeler olmak üzere üçe ayrılır. Yapılandırılmış görüşmelerde sorular önceden belirlenmiştir ve araştırmacı bu sorular dışında görüşme sırasında bir soru sormaz. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde araştırmacı araştırmaya yönelik görüşme sorularını belirler. Görüşme sırasında ise araştırmacı istediği konu üzerine derinlemesine sorular sorabilir ve bir sınır yoktur. Yapılandırılmamış görüşmeler de ise araştırmacı soruları önceden belirlemez ve sorular serbesttir.

Bu araştırmada araştırmanın amacına yönelik bireysel görüşme için araştırmacı tarafından hazırlanmış yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış

görüşme formu en son haliyle 26 sorudan oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanırken, yine araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorularına paralel, her bir soruyu kapsayacak şekilde hazırlanmış olup, öğrencinin Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorulara verdiği her bir cevabı derinlemesine incelemek hedeflenmiştir. Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorularının geliştirilme sürecinde olduğu gibi, yarı yapılandırılmış görüşme soruları da hazırlanırken konuyla ilgili kaynak kitaplar incelenmiştir. Ayrıca Elektrik alan ve potansiyel yarı yapılandırılmış görüşme formu soruları hazırlanırken araştırmada belirlenen hedef ve kazanımlar doğrultusunda olması için gerekli hassasiyet gösterilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmaya katılan katılımcılar ile birebir gerçekleştirilmiştir ve ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler Argümantasyon Temelli Öğretim uygulaması sonrasında yapılan son ölçümden elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Geliştirilmiş olan Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunun son hali (Ek. 6) verilmiştir.

3.4. Deney Deseni

Araştırmada yarı deneysel modelin tek gruplu ön ölçüm- son ölçüm uygulamalı deseni kullanılmıştır. Araştırma tek bir grup üzerine ön ölçüm ve son ölçüm uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ön ölçüm uygulanmış, Argümantasyon Temelli Öğretim uygulaması gerçekleştirildikten sonra ise aynı gruba aynı ölçme aracı son ölçüm olarak uygulanmıştır. Son ölçüm uygulandıktan sonra ise Elektrik alan ve potansiyel yarı yapılandırılmış görüşmeler her bir katılımcı ile birebir olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deseni Tablo 1. de verilmiştir.

Tablo 1. *Araştırmanın deseni*

Grup	**Ön ölçüm**	**İşlem**	**Son ölçüm**
Tek Grup (Case Study)	Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular	**1.** Argümantasyon Temelli Öğretim Uygulaması **2.** Sunuş Yoluyla Öğretim Uygulaması	**1.** Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular **2.** Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

3.5. İşlem Yolu

Araştırma süresince aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

1) Araştırma süresince yapılan çalışmaların sistematik bir şekilde planlanması amacıyla işlem zaman çizelgesi yapılmıştır. (Ek. 3)
2) Kapsamlı alanyazın taraması yapılmıştır.
3) Çeşitli kaynaklardan yararlanılarak elektrik alan ve potansiyel konularına yönelik argümantasyon temelli ders anlatım materyali geliştirilmiştir. (Ek. 7)
4) Elektrik alan ve potansiyel konuları için hedef ve kazanımlar belirlenmiştir.
5) Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorular taslak haliyle hazırlanmıştır.
6) Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu soruların içerik analizi belirtke tablosu hazırlanmıştır.
7) Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu soruların yüzeysel (görünüm) ve kapsam geçerliliği için iki uzman görüşüne başvurulmuştur.
8) Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorular uzman görüşüne dayalı revize edilip son haline getirilmiştir.
9) Elektrik alan ve potansiyel yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.
10) Elektrik alan ve potansiyel rubriği (dereceli puanlama anahtarı) hazırlanmıştır.
11) Argümantasyon temelli öğretim uygulaması için etik izni alınmıştır.
12) Uygulama grubu öğrencileri belirlenmiştir.
13) Uygulama öncesi 'Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorular' ölçme aracı ön ölçüm olarak uygulanmıştır.
14) Argümantasyon temelli öğretim ve sunuş yoluyla öğretim uygulaması gerçekleştirilmiştir.
15) Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorular son ölçüm olarak uygulanmıştır.
16) Elektrik alan ve potansiyel yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulama grubundaki öğretmen adayları ile bire bir gerçekleştirilmiştir ve ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.
17) Elde edilen veriler Elektrik alan ve potansiyel rubriği (dereceli puanlama anahtarı) ile ve nitel (betimsel) analiz yöntemi ile analiz edilmiştir.
18) Verilerin analizi sonucu elde edilen bulguların ışığında araştırma raporlaştırılmıştır.

3.6. Denel İşlemler

2019-2020 eğitim öğretim yılı Şubat-Mart ayları boyunca 12 ders saati, 3 hafta süre zarfı içerisinde uygulama grubunda Elektrik alan ve potansiyel konuları, Argümantasyon temelli öğretim ve sunuş yoluyla öğretim yöntemleri ile işlenmiştir. Elektrik alan ve potansiyel konularından 7 alt konu sunuş yoluyla öğretimi gerçekleştirilirken, diğer 5 alt konu Argümantasyon temelli öğretim uygulamasıyla öğretimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. *Konu- Öğretim Yöntemi Çözümleme Tablosu*

Konu	**Alt konular**	**Öğretim Yöntemi**
Elektrik alanlar	**1.1.** Elektrik yüklerinin özellikleri Yalıtkanlar ve iletkenler	Sunuş yoluyla öğretim
	1.2. Coulomb yasası	2 boyutlu materyal ile Argümantasyon temelli öğretim
	1.3. Elektrik alanı	Sunuş yoluyla öğretim
	1.4. Sürekli yük dağılımının elektrik alanı	2 boyutlu materyal ile Argümantasyon temelli öğretim
	1.5. Elektrik alan çizgileri	3 boyutlu materyal ile Argümantasyon temelli öğretim
	1.6. Düzgün bir elektrik alanında yüklü parçacıkların hareketi	Sunuş yoluyla öğretim
Elektriksel potansiyel	**2.1.** Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları	3 boyutlu materyal ile Argümantasyon temelli öğretim
	2.2. Elektriksel potansiyel ve noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel enerji	2 boyutlu materyal ile Argümantasyon temelli öğretim
	2.3. Elektriksel potansiyelden elektrik alan elde edilmesi **2.4.** Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel **2.5.** Yüklü bir iletkenin potansiyeli	Sunuş yoluyla öğretim

Uygulama süresi boyunca konuların öğretim yöntemine göre gerçekleştirildiğine yönelik uygulama yöntemi çözümleme tablosu tablo 2. de verilmiştir.

3.6.1. Elektrik alan ve potansiyel ders anlatım süreci

Argümantasyon temelli öğretim sürecinde anlatılacak 5 konu ile ilgili araştırmacı tarafından 2 boyutlu ve 3 boyutlu materyaller hazırlanmıştır. Bu materyaller hazırlanırken hedef ve kazanımlar göz önünde bulundurulmuş, ilgili literatür taraması yapılmıştır. 2 boyutlu materyaller, çalışma kağıtları şeklinde bir problem durumu üzerinden argümantasyon yolu ile ilgili konunun öğretimi hedeflenmiştir. 3 boyutlu materyaller ise, laboratuvar ortamında, bir problem durumu üzerinde konu ile ilgili geliştirilen materyal üzerinden argümantasyon yolu ile ilgili konunun öğretimi hedeflenmiştir. Elektrik alan çizgileri ve düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları alt konuları için 3 boyutlu iki materyal geliştirilmiştir (Ek. 7).

Sunuş yoluyla öğretim sürecinde anlatılacak 7 alt konu ile ilgili temel yazılı kaynak kitaplardan yararlanılarak anlatımı gerçekleştirilmiştir. Tez uygulama dönemi pandemi sürecine denk geldiğinden dolayı uygulamalar Sakai üzerinden online eğitim ile gerçekleştirilmiştir.

3.6.1.1. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi

Sunuş yoluyla öğretim yöntemi, ya da diğer adıyla geleneksel öğretim yöntemi; Öğretmenin liderliğinde düz anlatım, soru-cevap ve tartışma gibi yöntemlerin kullanıldığı bir uygulama biçimidir. Uygulamanın bu aşamasında, Tablo 2. de verildiği gibi, Elektrik yüklerinin özellikleri, Yalıtkanlar ve iletkenler, Elektrik alanı, Düzgün bir elektrik alanında yüklü parçacıkların hareketi, Elektriksel potansiyelden elektrik alan elde edilmesi, Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel, Yüklü bir iletkenin potansiyeli alt konuları sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile konuların öğretimi gerçekleştirilmiştir. Sunuş yoluyla öğretim süresinde seçilen alt konular ile ilgili yazılı kaynak kitaplara başvurulmuş, bu yazılı kaynak kitaplardan elde edilen bilgiler slaytlar halinde düzenlenmiş ve sunulmuştur. (Beichner, Jewett, Serway, 2000).

3.6.1.2. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının 2 Boyutlu (2D) materyaller kullanılarak Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi

Uygulama süresince, tablo 2. de verildiği gibi, Coulomb yasası, Sürekli yük dağılımının elektrik alanı ve Elektriksel potansiyel ve noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel enerji, elektrik alan çizgileri ve düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları alt konuları hazırlanmış olan 2 boyutlu materyaller ile Argümantasyon temelli öğretim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu 2 boyutlu materyaller, birçok öğretim yönteminde kullanılan çalışma kâğıtlarına benzer şekilde hazırlanmıştır. 2 boyutlu materyaller hazırlanırken Argümantasyon temelli öğretim yöntemine uygun olması açısından, argümantasyonun gerekli aşamalarına yer verilmiştir. Uygulama süreci pandemi süresince gerçekleştirildiğinden, araştırmacı tarafından gerekli materyaller öğrencilere online olarak paylaşılmıştır. Geliştirilen derse yönelik materyaller (Ek. 7) verilmiştir.

Araştırmacı tarafından hazırlanan ve geliştirilen 2 boyutlu materyaller şu aşamaları içermektedir:

1) Problem Durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

2) İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir. Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

3) Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

4) Gerekçeler: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir. Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

5) Sonuç: Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.

3.6.1.3. Elektrik alan ve Potansiyel Konularının 3 Boyutlu (3D) materyaller kullanılarak Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi

Uygulama süresince, tablo 2. de verildiği gibi, Elektrik alan çizgileri ve Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları alt konuları hazırlanmış olan 3 boyutlu materyaller ile Argümantasyon temelli öğretim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu iki konuda 3 boyutlu materyallerin hazırlanmasının sebebi iki konununda çok temel ve laboratuvarda gerçekleştirilebilir olmasıdır. Uygulama süreci pandemi süresince gerçekleştirildiğinden, deneyler araştırmacı tarafından video kaydı ile gerçekleştirilmiş, ilgili video kayıtları öğrencilere ulaştırılmıştır. Elektrik alan çizgileri ve Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farklı konuları için aynı zamanda iki boyutlu materyaller geliştirilmiştir. Öğrenciler, gerekli ölçümleri yaptıktan sonra konulara ait iki boyutlu materyallerin ilgili bölümlerine kaydetmişlerdir.

Elektrik alan çizgileri

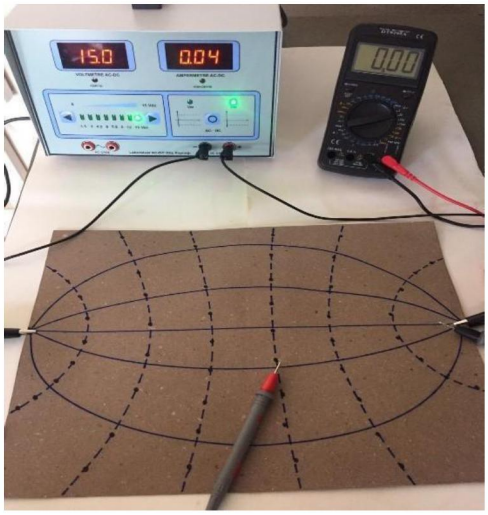
Öğrencilerden, belirli laboratuvar araç gereçlerini kullanarak elektrik alan çizgileri ile ilgili aşağıda verilen problem durumlarını çözümlemeleri istenmiştir.

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar. Aşağıda verilen malzemeleri kullanarak iletken bir kağıt üzerine uygulanan potansiyel farkın oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla uygun bir deneysel düzenek kurarak aşağıdaki sorulara cevap olabilecek iddialarınızı ikinci aşamada ilgili kutulara yazınız.

Malzemeler:

Deneyde kullanılacak malzemeler: Güç kaynağı, krokodil kablolar, A4 boyutunda mukavva, su, multimetre, kalem, açıölçer. (Mukavva su ile homojen bir şekilde ıslatılır ve iletken hale getirilir)



Şekil 2. Elektrik alan çizgileri konusuna yönelik geliştirilen öğretim materyali

1. **Problem durumu:** Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde elektrik alan çizgileri çizilerek belirlenebilir mi? Açıklayınız.
2. **Problem durumu:** Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde $\Delta V = E.\Delta x.cos\,\theta$ bağıntısının doğruluğunu nasıl kanıtlarsınız?

3. **Problem durumu:** Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde oluşan elektrik alan büyüklüğünü nasıl ölçer/hesaplarsınız? Açıklayınız.
4. **Problem durumu:** Elektrik alan büyüklüğü ile elektrik alan çizgilerinin sıklığı arasındaki ilişkiyi gerçekleştirdiğiniz deney ile gösterilebilir mi?

Yukarıdaki problem durumları verilmiş ve bu problem durumlarına yönelik öğrencilerin iddia, veri ve gerekçelerini, bu iddiaları, verileri ve gerekçelerinin sonucunda problem durumuna ait sonuçları yazmaları istenmiştir.

Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları

Öğrencilerden, belirli laboratuvar araç gereçlerini kullanarak düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları konusu ile ilgili aşağıda verilen problem durumlarını çözümlemeleri istenmiştir.

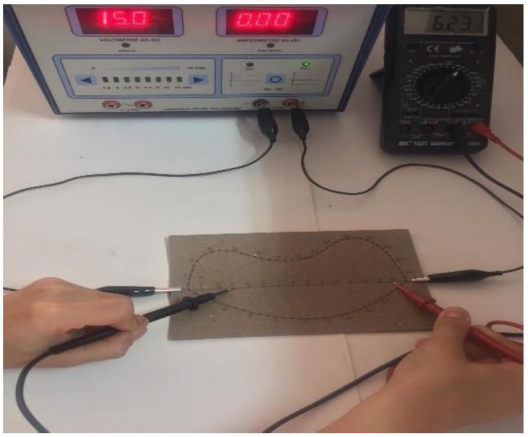
Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

Aşağıda verilen malzemeleri kullanarak bir iletken mukavva içerisinde oluşturulan elektrik alanın iki farklı noktasındaki elektriksel potansiyel farkın bulunması amaçlanmaktadır. Bu amaçla uygun bir deneysel düzenek kurarak aşağıdaki sorulara cevap olabilecek iddialarınızı ikinci aşamada ilgili kutulara yazınız.

Malzemeler:

Deneyde kullanılacak malzemeler: Güç kaynağı, krokodil kablolar, mukavva, su, kalem, multimetre. (Mukavva su ile homojen bir şekilde ıslatılır ve iletken hale getirilir)



Şekil 3. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları konusuna yönelik geliştirilen öğretim materyali

1. **Problem durumu:** İletken bir kağıt üzerinde iki nokta arasına bir potansiyel fark uygulandığında, bu iki nokta arasındaki doğrusal yol boyunca oluşan potansiyel farkı ile uzaklık/mesafe arasındaki ilişkiyi nasıl belirlersiniz?
2. **Problem durumu**: İletken bir kağıt üzerinde herhangi iki nokta arasında gelişigüzel olarak çizilen farklı yollar boyunca ölçülen ardışık potansiyel farklarının toplamının iki nokta arasındaki potansiyel farkına eşit olduğunu nasıl gösterirsiniz (potansiyel farkın yoldan bağımsızlığını nasıl gösterirsiniz)?
3. **Problem durumu:** İletken bir kağıt üzerinde iki nokta arasına bir potansiyel fark uygulanmıştır. Bu iki nokta arasında doğrusal yol boyunca elektrik alanın büyüklüğü hangi matematiksel denklem ile ifade edilebilir? Açıklayınız.

Yukarıdaki problem durumları verilmiş ve bu problem durumlarına yönelik öğrencilerin iddia, veri ve gerekçelerini, bu iddiaları, verileri ve gerekçelerinin sonucunda problem durumuna ait sonuçları yazmaları istenmiştir.

3.7. Veri Çözümleme Teknikleri

3.7.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Rubriğinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada araştırma yöntemi nitel, modeli durum çalışması olarak belirlenmiştir. Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorulara katılımcılar tarafından verilen cevaplar araştırmacı tarafından hazırlanan analitik rubrik ile değerlendirilmiştir. Elektrik alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Rubriği 6 aşamalı puanlamadan oluşmaktadır ve katılımcılar tarafından açık uçlu sorulara verilen cevaplar çözüm aşamaları bilimsel ilke/yasa, gerekli

şekiller, matematiksel bağıntılar, sonuç ve bilimsel yorumlar olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar 255 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Elektrik alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Rubriği (Ek. 8) verilmiştir.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu sorulara verdikleri cevaplar doğrultusundaki aldıkları puanların ön ölçüm ve son ölçüm puanları verilmiştir ve bu puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılması için veriler SPSS 22.0 programına aktarılmış, minimum, maksimum, ortalama değerler ve standart sapmalar analiz edilmiştir.

3.7.2. Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki

Araştırma yöntemi nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak belirlenmiştir ve araştırma grubu 4 fizik öğretmen adayından oluşturulmuştur. Bu araştırmada araştırma grubunun normal dağılıma sahip olup olmadığına bakılmıştır. Araştırma deseni tek gruplu yarı deneysel desen olarak belirlendiğinden ve parametrik olmayan ve eşitlenmemiş, aynı grup içerisinde iki farklı öğretim yönteminin olmasından dolayı iki değişkenin bir grup üzerinde olan etkilerine bakmak için Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Mann Whitney U testi, iki ilişkisiz örneklemden elde edilen puanların birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip görmediğini test eder. Bu test iki ilişkisiz grubun, ilgilenilen değişken bakımından evrende benzer dağılımlara sahip olup olmadığını test eder. U-testi, a)bağımlı değişkenin en az sıralama ölçeğinde, b) gözlemlerin birbirinden bağımsız olmasını gerektirir. Uygulama sonrası Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular'dan elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim ile belirlenen konulara yönelik uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar Mann-Whitney U-testi ile SPSS 22.0 programında analiz edilmiş ve bunların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır.

3.7.3. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorulardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmanın amacına yönelik elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorularından elde edilen nitel verilerin analizi; verilerin sadeleştirilmesi, verilerin kodlanması, temaların belirlenmesi, verilerin tablolaştırılması, verilerin yorumu ve verilerin geçerliliğinin belirlenmesi olmak üzere 6 aşamadan oluşmaktadır.

Şekil 4. Nitel veri analizi

1.Verilerin sadeleştirilmesi: Bu aşamada elde edilen veriler düzenlenir, gereksiz ifadeler çıkarılır ve araştırma konusuna ve amacına yönelik gerekli veriler düzenlenir.

2.Verilerin kodlanması: Bu aşamada sadeleştirilmiş veriler araştırmanın problem cümlelerine ya da hipotezlerine uygun olarak anahtar kelimeler belirlenerek düzenlenir.

3.Temaların belirlenmesi: Verilen kodlanmasının ardından belirlenmiş kodlar gruplanarak hipotezlere yönelik temalar belirlenir ve oluşturulur.

4.Verilerin tablolaştırılması: Temaların belirlenmesinin ardından ortaya çıkan temalar ve kodlar uygun tablolar ve grafikler ile ifade edilir.

5.Verilerin yorumlanması: Ortaya çıkan sonuçlar açık dille ve bağımsız cümleler ile ifade edilir.

6.Verilerin geçerliliğinin belirlenmesi: Elde edilen bulgular bağımsız durumlar üzerinden doğrulanır, kontrol edilir.

Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorulardan elde edilen verilir analiz edilirken, veriler içinden gereksiz ifadeler çıkarılmış ve sadeleştirilmiştir. Sadeleştirilen veriler araştırma problemlerine yönelik anahtar kelimeler halinde kodlanmıştır. Bu kodlar elektrik alan ve potansiyel konularına yönelik gruplanarak ‘’destekleyici cümleler’’ ve ‘’çürütücü cümleler’’ olarak iki temaya ayrılmıştır. Temalar belirlendikten sonra veriler tablolar halinde

düzenlenmiştir. Oluşturulan tabloda konu başlığı, temalar, kodlar, örnek cümleler kısımlarına yer verilmiştir. Tablolaştırılmış verilerden elde edilen sonuçlanarak yorumlanmıştır. Verilerin teyit ve doğrulanması için varılan sonuç veri ile teyit edilmiş, belirlenen kodlar arasındaki ilişki kontrol edilmiştir.

3.7.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Nitel Analizi

Araştırmada, uygulama grubundaki öğrencilerinin bilgiyi içselleştirme düzeylerinin belirlemek ve iki öğretim yönteminin karşılaştırılması amacıyla toplanan veriler analiz edilirken, ilk adımda veriler toplanmış ve ses kaydı cihazına kaydedilen yarı yapılandırılmış görüşmeler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Her fizik öğretmen adayıyla yapılan mülakat dökümleri her aday için ayrı ayrı Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 şeklinde kodlanmıştır. Elektrik alan ve potansiyel açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin analizi sırasında takip edilen aşamalar, yarı yapılandırılmış görüşmeler analiz edilirken de kullanılmıştır. Veriler yazıya aktarılarak sadeleştirilmiştir ve gereksiz veriler atılmıştır. Elde edilen veriler kodlanarak verilerin görselleştirilmesi sağlanmıştır. Nitel verilerin görselleştirilmesi aşamasında sadeleştirilmiş ve kodlara ayrılmış veriler her bir konu başlığına yönelik tablolaştırılmıştır. Oluşturulan tabloda konu başlığı, temalar, kodlar, örnek cümleler kısımlarına yer verilmiştir. Konu başlıkları, araştırmacı tarafından verilen problem durumlarına ait olan konu başlıklarını oluşturmaktadır. Temalar; destekleyici ve çürütücü temalar olmak üzere belirlenmiştir. Temalar ve kodlar belirlenirken katılımcıların yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplardan elde edilen veriler analiz edilmiş, katılımcıların destekleyici veya çürütücü benzer cümlelerine temalar kısmında yer verilmiştir. Örnek cümleler kısmında ise katılımcıların yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplara yer verilmiştir ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sırasında elde edilen örnek cümlelere yer verilmiştir. Verilerin teyit ve doğrulanması için varılan sonuç veri ile teyit edilmiş, belirlenen kodlar arasındaki ilişki kontrol edilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde araştırmaya ait nicel ve nitel bulgular verilmiştir.

4.1. Nicel Analiz Bulguları

4.1.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Sonuçlar

4.1.1.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektrik alanlar konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konuları sunuş yoluyla öğretim ile gerçekleştirilmiştir. ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'' (1. soru) toplam 20 puan, ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' (3. soru) toplam 30 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Ön ölçüm-son ölçüm olarak belirlenmiş olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularına yönelik sorulardan, uygulama öncesi aldıkları toplam puanlar ile uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar SPSS 22.0 programında analiz edilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 4'da gösterilmektedir.

Tablo 3. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularının Ön ölçüm-Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		**Ö2**		**Ö3**		**Ö4**	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(1.soru)	5	10	6	13	4	5	7	15
(3.soru)	21	24	6	11	9	21	8	24
Toplam	26	34	12	24	13	26	15	39

Tablo 4. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda*

Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	12.00	26.00	16.50	6.45
Son ölçüm	4	24.00	39.00	30.75	6.99

4.1.1.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektrik alanlar konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konuları argümantasyon temelli öğretim yoluyla gerçekleştirilmiştir. ''Coulomb Yasası'' (2. soru) toplam 40 puan, ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' (4. soru) toplam 20 puan ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' (5. soru) toplam 20 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularına yönelik sorulardan, uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS 22.0 programında analiz edilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 6'de gösterilmektedir.

Tablo 5. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		Ö2		Ö3		Ö4	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(2.soru)	9	40	19	30	20	34	14	31
(4.soru)	10	15	6	9	10	11	9	9
(5.soru)	5	15	14	15	11	14	3	6
Toplam	24	70	39	54	31	59	26	46

Tablo 6. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında*

Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	24.00	39.00	30.00	6.68
Son ölçüm	4	46.00	70.00	57.25	10.04

4.1.1.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektriksel potansiyel konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konuları sunuş yoluyla öğretim ile gerçekleştirilmiştir. ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'' (8. soru) toplam 20 puan, ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' (9. soru) toplam 20 puan, ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' (10. soru) toplam 25 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularına yönelik sorulardan, uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS programında analiz edilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkinin analiz edilmesi için uygulanan SPSS analiz sonuçları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 7. *''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		**Ö2**		**Ö3**		**Ö4**	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(8.soru)	2	20	0	13	4	17	0	20
(9.soru)	0	15	3	4	11	16	0	5
(10.soru)	12	12	0	5	5	5	0	3
Toplam	14	47	3	22	20	38	0	28

Tablo 8. *Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Öğrencilerin ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu*

Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	.00	20.00	9.25	9.35
Son ölçüm	4	22.00	47.00	33.75	11.02

4.1.1.4. Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektriksel potansiyel konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konuları argümantasyon temelli öğretim yoluyla gerçekleştirilmiştir. ''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'' (6. soru) toplam 35 puan, ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' (7. soru) toplam 25 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, ''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularına yönelik uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS programında analiz edilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 9. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularının Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		Ö2		Ö3		Ö4	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(6.soru)	0	11	0	12	6	20	0	22
(7.soru)	0	15	9	21	2	5	0	7
Toplam	0	26	9	33	8	25	0	29

Tablo 10. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları*

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	.00	9.00	4.25	4.92
Son ölçüm	4	25.00	33.00	28.25	3.59

4.1.1.5. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ile öğretimi gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS programında analiz edilmiştir. Sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile öğretimi gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konuları toplam 115 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 11. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Sunuş Yoluyla Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		**Ö2**		**Ö3**		**Ö4**	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(1.soru)	5	10	6	13	4	5	7	15
(3.soru)	21	24	6	11	9	21	8	24
(8.soru)	2	20	0	13	4	17	0	20
(9.soru)	0	15	3	4	11	16	0	5
(10. soru)	12	12	0	5	5	5	0	3
Toplam	40	81	15	46	33	64	15	67

Tablo 12. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları*

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	15.00	40.00	25.75	12.73
Son ölçüm	4	46.00	81.00	64.50	14.38

4.1.1.6. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, argümantasyon temelli öğretim yoluyla öğretimi gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS programında analiz edilmiştir. Argümantasyon temelli öğretim ile öğretimi gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konuları toplam 135 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 14'de gösterilmektedir.

Tablo 13. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1		**Ö2**		**Ö3**		**Ö4**	
	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı	Ön ölçüm puanı	Son ölçüm puanı
(2.soru)	9	40	19	30	20	34	14	31
(4.soru)	10	15	6	9	10	11	9	9
(5.soru)	5	15	14	15	11	14	3	6
(6.soru)	0	11	0	12	6	20	0	22
(7.soru)	0	15	9	21	2	5	0	7
Toplam	24	96	48	87	49	84	26	75

Tablo 14. *Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları*

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	24.00	49.00	36.75	13.59
Son ölçüm	4	75.00	96.00	85.50	8.66

4.1.1.7. Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretimi ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişki

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmış olan Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken uygulama öncesi aldıkları puanlar ile, uygulama sonrası aldıkları puanlar SPSS programında analiz edilmiştir. Sunuş yoluyla öğretim yöntemi ve argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile öğretimi gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konuları toplam 255 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin bilgiyi içselleştirme düzeyleri arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan SPSS analiz sonuçları Tablo 16'da gösterilmektedir.

Tablo 15. *Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretiminin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4
Ön ölçüm puanları	64	61	81	41
Son ölçüm puanları	177	133	148	142

Tablo 16. *Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretiminin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren SPSS analiz sonuçları*

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ön ölçüm	4	41.00	81.00	61.75	16.39
Son ölçüm	4	133.00	177.00	150	19.02

4.1.1.8. Elektrik alanlar konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki

Elektrik alanlar sorularından elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim ile gerçekleştirilmiş olan elektrik alan konularına yönelik uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar Mann-Whitney U-ölçümü ile SPSS programında analiz edilmiş ve bunların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 17. *Elektrik alanlar konusuna yönelik soruların öğretim yöntemi-son ölçüm puanları*

	Soru no	Öğretim yöntemi	Son ölçüm puanı
Ö1	1	Sunuş yoluyla öğretim	10
	2	Argümantasyon temelli öğretim	40
	3	Sunuş yoluyla öğretim	24
	4	Argümantasyon temelli öğretim	15
	5	Argümantasyon temelli öğretim	15
Ö2	1	Sunuş yoluyla öğretim	13
	2	Argümantasyon temelli öğretim	30
	3	Sunuş yoluyla öğretim	11
	4	Argümantasyon temelli öğretim	9
	5	Argümantasyon temelli öğretim	15
Ö3	1	Sunuş yoluyla öğretim	5
	2	Argümantasyon temelli öğretim	34
	3	Sunuş yoluyla öğretim	21
	4	Argümantasyon temelli öğretim	11
	5	Argümantasyon temelli öğretim	14
Ö4	1	Sunuş yoluyla öğretim	15
	2	Argümantasyon temelli öğretim	31
	3	Sunuş yoluyla öğretim	24
	4	Argümantasyon temelli öğretim	9
	5	Argümantasyon temelli öğretim	6

Tablo 18. *Elektrik alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretimlerinin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Sunuş Yoluyla Öğretim Toplam Puanı	Argümantasyon Temelli Öğretim Toplam Puanı
Ö1	34	70
Ö2	24	54
Ö3	26	59
Ö4	39	46

Tablo 19. *Elektrik alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları*

Öğretim Yöntemi	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Sunuş Yoluyla Öğretim	4	2.50	10.00	.000	.021
Argümantasyon Temelli Öğretim	4	6.50	26.00		

Uygulama sonrası öğrencilerin sunuş yoluyla öğretim ile argümantasyon temelli öğretim arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan Mann-Whitney U-ölçümü sonuçları Tablo 19' da gösterilmektedir.

4.1.1.9. Elektriksel potansiyel konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki

Elektriksel potansiyel sorularından elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim ile gerçekleştirilmiş olan elektriksel potansiyel konularına yönelik uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar Mann-Whitney U-ölçümü ile SPSS programında analiz edilmiş ve bunların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 20. *Elektrik potansiyel konusuna yönelik soruların öğretim yöntemi-son ölçüm puanları*

	Soru no	Öğretim yöntemi	Son ölçüm puanı
Ö1	6	Argümantasyon temelli öğretim	11
	7	Argümantasyon temelli öğretim	15
	8	Sunuş yoluyla öğretim	20
	9	Sunuş yoluyla öğretim	15
	10	Sunuş yoluyla öğretim	12
Ö2	6	Argümantasyon temelli öğretim	12
	7	Argümantasyon temelli öğretim	21
	8	Sunuş yoluyla öğretim	13
	9	Sunuş yoluyla öğretim	4
	10	Sunuş yoluyla öğretim	5
Ö3	6	Argümantasyon temelli öğretim	20
	7	Argümantasyon temelli öğretim	5
	8	Sunuş yoluyla öğretim	17
	9	Sunuş yoluyla öğretim	16
	10	Sunuş yoluyla öğretim	5
Ö4	6	Argümantasyon temelli öğretim	22
	7	Argümantasyon temelli öğretim	7
	8	Sunuş yoluyla öğretim	20
	9	Sunuş yoluyla öğretim	5
	10	Sunuş yoluyla öğretim	3

Tablo 21. *Elektriksel potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretimlerinin Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Sunuş Yoluyla Öğretim	Argümantasyon Temelli Öğretim
Ö1	47	26
Ö2	22	33
Ö3	38	25
Ö4	28	29

Tablo 22. *Elektriksel potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları*

Öğretim Yöntemi	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Sunuş Yoluyla Öğretim	4	5.00	20.00	6.000	.564
Argümantasyon Temelli Öğretim	4	4.00	16.00		

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrencilerin sunuş yoluyla öğretim ile argümantasyon temelli öğretim arasındaki ilişkiye bakmak için yapılan Mann-Whitney U-ölçümü sonuçları Tablo 22'de gösterilmektedir.

4.1.1.10. Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişki

Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim ile gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar Mann-Whitney U-ölçümü ile SPSS programında analiz edilmiş ve bunların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 23. *Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Ön ölçüm- Son ölçüm sonuçları*

	Sunuş Yoluyla Öğretim	Argümantasyon Temelli Öğretim
Ö1	81	96
Ö2	46	87
Ö3	64	84
Ö4	67	75

Tablo 24. *Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney U-ölçümü Sonuçları*

Öğretim Yöntemi	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Sunuş Yoluyla Öğretim	4	2.75	11.00	1.000	.043
Argümantasyon Temelli Öğretim	4	6.25	25.00		

Uygulama sonrası öğrencilerin sunuş yoluyla öğretim ile argümantasyon temelli öğretim arasındaki ilişkinin analizi için yapılan Mann Whitney-U sonuçları Tablo 24.'de gösterilmektedir.

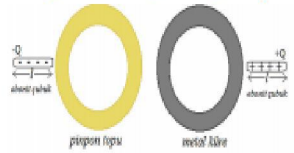
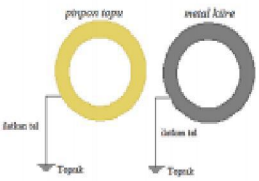
4.2. Nitel Analiz Bulguları

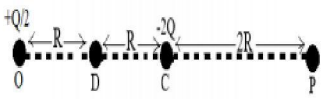
4.2.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisine Ait Nitel Bulgular

Elektrik alanlar konusunda birinci ve üçüncü soruların öğretimi sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Konu başlıkları, konuya yönelik soru ve kazanımlar verilerek Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere yer verilmiştir.

4.2.1.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen nitel sonuçlar

Tablo 25. *Elektrik alanlar konusunda sunuş yoluyla öğretimi gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar*

Konu başlığı	Konuya yönelik soru
Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler	İçi boş bir pinpon topu, -Q yüklü *l* uzunluğunda bir ebonit çubuk ile içi boş bir metal küre ise +Q yüklü *l* uzunluğunda bir ebonit çubuk ile yükleniyor.  **a.** İçi boş pinpon topunun ve metal kürenin ebonit çubuklar ile yüklenmesiyle oluşan yük dağılımı nasıl olur? Şekil üzerinde göstererek açıklayınız.  **b.** Ebonit çubuklar uzaklaştırıldıktan sonra yüklenmiş kürelerin iletken bir tel ile topraklanması durumunda oluşan yük dağılımını şekil üzerinde göstererek açıklayınız.

Elektrik alanı ve Düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi	Şekildeki gibi içi dolu R yarıçaplı iletken küre noktasal +Q/2 yükü ile yükleniyor. Başka bir noktasal -2Q yükü ise merkezden 2R uzaklığa yerleştiriliyor.  **a.** Her bir noktasal yükün P noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü, doğrultusunu ve yönünü şekil üzerinde göstererek bulunuz. **b.** -2Q yükü C noktasında bağlı hareketsiz iken P noktasına daha sonra -5Q'luk noktasal yük yerleştirilip serbest bırakılması durumunda oluşacak hareketin nasıl olacağını gerekli denklem ve şekillerle açıklayınız.

Sorulara yönelik kazanımlar

Konu Başlığı: Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler

-İletkenlerin ve yalıtkanların elektriksel özelliklerini söyler.

-Maddeleri elektriksel iletim özelliklerine göre yorumlar.

-Yalıtkanlarda ve iletkenlerde yük dağılımını tanımlar.

-İletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkı ayırt eder.

-Topraklanmayı yorumlar.

-Yalıtkanlarda ve iletkenlerdeki topraklamayı açıklar ve aralarındaki farkı ayırt eder.

Konu Başlığı: Elektrik alanı ve Düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi

-Coulomb yasası denkleminden elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir.

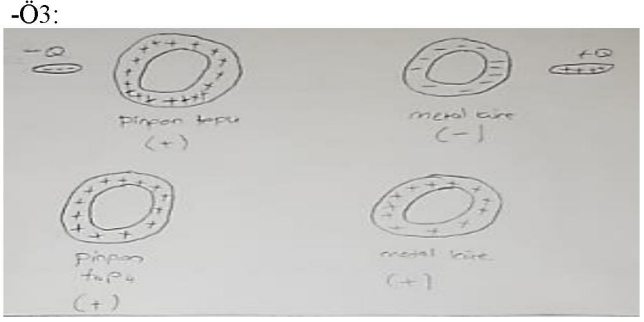
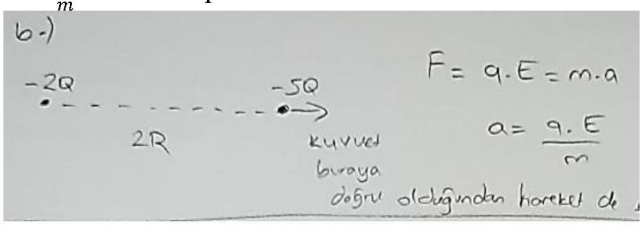
-Newton'un 3. Yasasından ve elektrik alan içinde yüklü bir parçacığın hareketini yükün cinsine göre açıklar.

-Pozitif veya negatif bir yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu gösterir.

-Elektrik alan denklemini yazar ve vektörel bir nicelik olduğunu belirtir.

-Elektrik alan denklemini yazar ve vektörel bir nicelik olduğunu belirtir.

Tablo 26. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında açık uçlu sorulardan elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektrik alanlar	Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler	-Artı ve eksi yükler -Yalıtkanlar ve iletkenler -Topraklama -İtme ve çekme kuvvetleri
	Elektrik alanı ve Düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi	-Noktasal yük -Elektrik alan büyüklüğü -Elektrik alan doğrultusu -Elektrik alan yönü -Düzgün elektrik alanda yüklü parçacığın hareketi -Kuvvet yasası
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Ö1: Artılar eksileri çeker aynı cins yükler ise birbirini iter. -Ö2: Pinpon topu yalıtkan olduğu için geçici olarak yüklenir, metal kürenin tamamı yüklenir. -Ö4: Topraklama sonrası metal küre pozitif yüklü kalır.	
Çürütücüler	-Ö1: Topraklama işleminden sonra cisimler nötr kalır. -Ö2: Topraklama işleminden sonra pinpon topu pozitif yüklü kalır. -Ö3: 	
Destekleyiciler	-Ö1: Bir noktasal yükün herhangi bir noktada oluşturduğu elektrik alan büyüklüğü; $E = k\frac{q}{r^2}$ formülü ile bulunur. -Ö4: Negatif noktasal yüklerin oluşturduğu elektrik alanın doğrultusu; –x doğrultusunda, pozitif noktasal yüklerin oluşturduğu elektrik alanın doğrultusu ise +x doğrultusundadır. -Ö3: Düzgün bir elektrik alanda yüklü bir parçacığın ivmesi F=m.a ise F=q.E, ise $a = \frac{qE}{m}$ olarak hesaplanabilir. 	
Çürütücüler	Soruyu çözen bir öğrenci elektrik alan büyüklüğünü hesaplarken işlem hatası yapmıştır.	

4.2.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Elektrik alanlar konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konuları sunuş yoluyla öğretim ile gerçekleştirilmiştir. Bu konularla ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler uygulama sonrası araştırma grubu ile birebir gerçekleştirilmiştir. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden elde edilen veriler, nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler Tablo 29.'da verilmiştir.

Tablo 27. *''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektrik alanlar	Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler	-Yük dağılımı -Etki ile elektriklenme -Homojen dağılım -Yüklü cisim -Topraklama
	Elektrik alanı Düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi	Elektrik alan büyüklüğü Elektrik alan doğrultusu Elektrik alan yönü Yüklü parçacığın hareketi Kuvvet yasası
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Ö1: Prizlerde topraklama vardır. Vücudumuzda da eksi ve artı yükler vardır. Bazen doktorlar çıplak ayakla toprakta yürümemizi önerirler böylelikle negatif yükler vücudumuzdan uzaklaşır. -Ö1: İletken tel yerine yalıtkan tel kullanılmış olsaydı topraklama gerçekleşmezdi. Çünkü yalıtkan bir madde de yükler rahatça hareket edemez. Bu yüzden topraklama olmaz. -Ö3: Yük dağılımı maddenin iletkenlik özelliğine bağlıdır. İletkenlerde mesela yük cismin her tarafına dağılır. Yalıtkanlarda ise sadece sürtünen kısımda yük oluşur. -Ö4: Örneğin metal ve pinpon topunu ele alırsak metalde elektron hareketi daha hızlıdır. Yalıtkanlarda pinpon topunda ise elektron hareketi daha yavaştır. Metal küreyi ve pinpon topunu eksiyle yüklediğimizi varsayalım saçımıza tuttuğumuzda onun bizde çekeceği saç teli sayısıyla pinpon topunun çekeceği sayıdan daha azdır. -Ö4: Elektrik ustalarının kullandığı ayakkabılar özeldir. İnsan vücudu elektriği bir miktar iletir. Eğer ayağımızda topraklama sağlayacak bir ayakkabı olursa insan vücudu elektrik çarpmaz -Ö2: Topraklama için paratonelleri örnek verebilirim. Paratoneller zemine bir tel ile bağlanıp zeminle topraklama sağlanır. Bir cismi topraklamak için iletken	

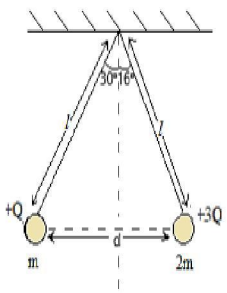
	bir tel yerine yalıtkan tel kullanılsaydı yalıtkan tel içinde yükler serbest olarak hareket edemeyeceği için topraklama gerçekleşmezdi.
Çürütücüler	-Ö1: Yük dağılımı maddenin iletkenlik özelliğine bağlı değildir. Etki ile elektriklenme olduğu için etkilemeyeceğini düşünüyorum. Etki ile yüklenmede pinpon topunun içinde mesela 10 tane artı 10 tane eksi yük olduğunu farz edelim. Bu pinpon topuna eksi yüklü bir çubuk yaklaştırdığımızda artı yükler o çubuğa doğru yönelir aynı şeyler metal küre içinde geçerlidir.
Destekleyiciler	-Ö1: Sistemde bulunan bütün yük miktarlarının iki katına çıkarılması durumunda Q yükü 2 kat artarsa orantılı olacak elektrik alan büyüklüğü de artar. -Ö1: Elektrik alan büyüklüğü ile q yükünün arasında doğru bir orantı vardır. Q yükü arttıkça elektrik alanda artar. -Ö3: R yarıçaplı küre bir kenarı a olacak şekilde küpe dönüştürülürse O noktasındaki elektrik alanın değişmez çünkü elektrik alanın formülü $E = k\frac{q}{r^2}$ olduğu için formülde bir şey değişmediği için elektrik alana büyüklüğü değişmez. -Ö3: P noktasının konumunun değişmesi elektrik alan büyüklüğünde bir değişikliğe sebep olurdu. P, O noktasına 4r uzaklıkta olduğu için atıyorum 2r olsaydı iki kat azaltacağımız için elektrik alan şiddeti 4 kat azalırdı. -Ö4: P noktasının en ufak bile konumundaki değişiklik olsa bile elektrik alan şiddetini önemli ölçüde değiştirir. Elektrik alan büyüklüğü mesafenin karesiyle ters orantılıdır. Mesafe arttıkça elektrik alan büyüklüğü azalır.
Çürütücüler	

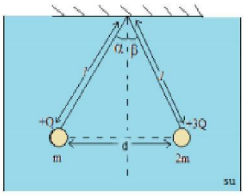
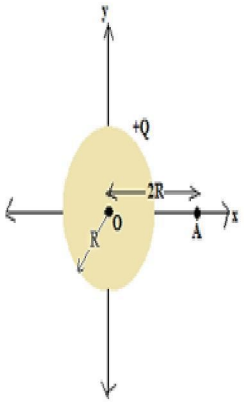
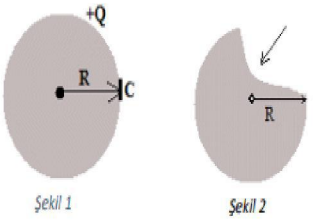
4.2.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisine Ait Bulgular

Elektrik alanlar konusunda ikinci, dördüncü ve beşinci soruların öğretimi argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Konu başlıkları, konuya yönelik soru ve kazanımlar verilerek Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere yer verilmiştir.

4.2.2.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar

Tablo 28. *Elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar*

Konu başlığı	**Konuya yönelik soru**
Coulomb Yasası	**2)** Eşit büyüklükteki içi dolu iki yalıtkan küreden m kütleli birinci küre +Q yükü ile 2m kütleli ikinci küre +3Q yükü ile homojen olarak yüklenmiştir. ($m=2\times 10^{-2}$ kg)  **a.** Bu iki küre aynı uzunluktaki özdeş iki iple şekildeki gibi $\Theta_1 = 30°$ ve $\Theta_2 = 16°$ olacak şekilde dengede durmaktadır. Her bir küre için elektriksel kuvvetin nasıl bulunacağını açıklayınız. Küreler arasındaki mesafeyi bulunuz. $(k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

	 **b.** Bu iki özdeş küre iki iple dengede asılı dururken bu defa suyun içine batırılıyor. İki küre için elektriksel kuvvetin büyüklüğü nasıl değişir? Açıklayınız. ($k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$, $\varepsilon_0 = 80\ C^2/Nm^2$)
Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı	**4)** İletken R yarıçaplı ince dairesel bir levha +Q yükü ile yüklenmiştir.  **a.** Bu dairesel levhanın üzerinde oluşan yük dağılımını şekil üzerinde gösteriniz ve açıklayınız. **b.** Dairesel levhanın A noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü, doğrultu ve yönünü hesaplayınız.
Elektrik Alan Çizgileri	**5)** Şekil 1'deki gibi esnek iletken bir top Q= +1 C'luk yük ile homojen bir biçimde yükleniyor. **a.** Elektrik alan çizgilerini şekil 1 üzerinde çizerek gösteriniz. **b.** Kürenin yarıçapı 1 m ise, yüzeyinde bulunan C noktasında, yarıçapa dik birim yüzeyden geçen çizgi sayısı nedir? $k = 8{,}99 \times 10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}$)  Şekil 1 Şekil 2 **c.** Aynı esnek iletken topun bir bölgesine şekil 2'deki gibi parmak ile bastırılıyor. Topun oluşturduğu elektrik alan çizgileri nasıl değişir? Şekil üzerinde göstererek açıklayınız.

Soruya yönelik kazanımlar

Konu başlığı: Coulomb Yasası

-Elektriksel kuvveti tanımlar ve Coulomb yasasını yazar.

-İki farklı veya aynı çeşit yükün birbiri üzerinde uyguladığı kuvveti açıklar

Elektriksel kuvvet ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Elektriksel kuvvet ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Elektriksel kuvvet ile Coulomb sabiti arasındaki ilişkiyi açıklar.

-İki nokta yükün birbirine uyguladığı elektriksel kuvveti yükün çeşidine göre şekil üzerinden gösterebilir.

-İki yüklü kürenin birbirlerine uyguladığı elektriksel kuvveti ve yük dağılımını şekil üzerinde gösterir.

Konu başlığı: Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı

-Sürekli bir yük dağılımın bir noktada oluşturduğu elektrik alanı söyler.

-Birden fazla yükün oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazar

Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazar

-Hacimce, yüzeyce ve çizgisel yük yoğunluğu denklemini yazar

-İntegral kavramından sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir.

-İntegral ifadesini kullanarak sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü hesaplar.

Konu Başlığı: Elektrik Alan Çizgileri

-Elektrik alan çizgilerini açıklar, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterir.

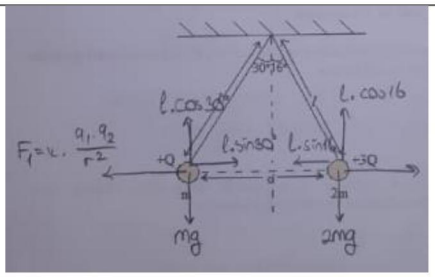
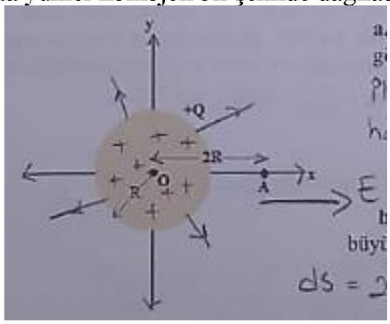
-İki yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini belirlerken yükün çeşidine göre elektrik alan çizgilerinin başlangıç ve bitiş noktalarına karar verir.

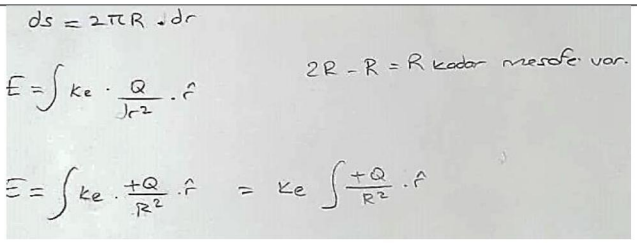
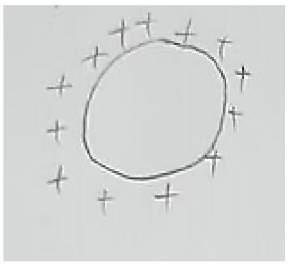
-Elektrik alan çizgilerini elektrik alan şiddeti üzerinden açıklar.

-Elektrik alan çizgilerini açıklar, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterir.

-İki yükün arasında oluşan elektrik alan çizgilerini yük çeşitlerine ve yük miktarına göre örneklendirilir.

Tablo 29. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektrik alanlar	Coulomb Yasası	-Elektriksel geçirgenlik -K sabiti -Elektriksel kuvvet -İp gerilmesi
	Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı	-İletken levha -Homojen yük dağılımı -Sürekli yük dağılımı -Pozitif yük
	Elektrik Alan Çizgileri	-Çizgi sayısı -Elektrik alan büyüklüğü -Elektrik alan çizgileri yönü -Elektrik alan çizgi sayısı
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	 -Öğrenciler sistemi şekilde gösterildiği gibi çizip elektriksel kuvveti Coulomb yasasını $F_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ olarak ifade edip elektriksel kuvvetin değerini bulmuşlardır. -Sistem su dolu bir kabın içerisine konulursa ortam değişir ve ε_0 azalacağından k sabiti azalır. Bundan dolayı elektriksel kuvvet azalır.	
Çürütücüler		
Destekleyiciler	-Ö1: İletken bir levhada yükler homojen bir şekilde dağılacaktır.  Dairesel levhanın A noktasında oluşturduğu elektrik alanın doğrultusu +x eksenindedir. -Ö3:	

	
Çürütücüler	-$E = k\int \frac{dq}{4r^2}$ ile hesaplanır. -Ö3:  -İletkenin içinde yük olmayacağı için yükler yüzeyde birikir.
Destekleyiciler	-Ö1: Elektrik alan çizgileri cisim pozitif yüklü olduğu için içten dışa doğrudur. -Ö2: Elektrik alan çizgileri elektrik alan büyüklüğüyle doğru orantılıdır ve elektrik alan nelere bağlıysa çizgi sayısı da o değişkenlere bağlıdır.
Çürütücüler	-Ö4: Cismin şekli değişirse elektrik alan çizgileri sıklaşır.

4.2.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Elektrik alanlar konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konuları argümantasyon temelli öğretim yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu konularla ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler uygulama sonrası araştırma grubu ile birebir gerçekleştirilmiştir. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden elde edilen veriler, nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. *''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektrik alanlar	Coulomb Yasası	-Elektriksel kuvvet -Coulomb sabiti -İletken ve Yalıtkan -Ortamın elektriksel geçirgenliği
	Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı	-İletken levha -Yalıtkan levha -Yük yoğunluğu -Homojen yük dağılımı -Sürekli yük dağılımı -İntegral
	Elektrik Alan Çizgileri	-Pozitif ve negatif yük -Elektrik alan çizgi sayısı -Elektrik alan çizgi sıklığı -Elektrik alan büyüklüğü -İletken küre -Elektrik alan yönü -Elektrik alan doğrultusu -Coulomb sabiti -Yük miktarı -Elektrik alan şiddeti
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Ö4: Elektriksel kuvvet coulomb sabiti yükler ile doğru ve aradaki mesafesinin karesiyle ters orantılıdır. -Ö4: Küreler iletken olsaydı yine aynı formülü kullanırdım çünkü yük miktarları ve mesafe aynı. -Ö3: Normalde ε_0 ortamın dielektrik geçirgenlik katsayısı hava için $8{,}95 \times 10^9$civarındaydı suda 80 ise yaptığım işlemlere göre azalır. -Ö3: Soruda çeşme suyu kullandığımız için içinde clor atomları vardır ve eksi değerler alabiliyor buda iyonlaşma özelliğini gösterir buda iletkenliği sağlar. Mesela saf suda elektriksel iletkenlik yoktur çünkü içinde iletkenliği sağlayacak atomlar bulunmamaktadır.	
Çürütücüler		
Destekleyiciler	-Ö2: İletken ince dairesel levha yerine yalıtkan ince dairesel levha kullanılmış olsaydı yük dağılımı levha nerden yüklendiyse orda oluşurdu. Mesela levhanın sağ tarafına sürtünme ile yüklenirse sadece sağ tarafı bir süre yüklü kalırdı. Sürekli yük dağılımından bahsedemezdik çünkü homojen bir yük dağılımından bahsedemezdik sadece bir bölgede yük topluluğundan bahsedebilirdik. -Ö1: Elektrik alanın integralli formülünü öğrenmiştik levha iletkense sürekli yük dağılımından bahsedebiliriz. Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanı ise integralli formül ile bulabiliriz. A noktasına olan mesafeyi iletkenin dışından referans olarak aldım ve aradaki farkı buldum. K sabit olduğu için integral dışına çıkararak işlemleri devam ettirdim.	
Çürütücüler	-Ö1: İletken ince dairesel levha yerine yalıtkan ince dairesel levha kullanılmış olsaydı yükler dış kısımda birikirdi. -Ö4: İletken ince dairesel levha yerine yalıtkan ince dairesel levha kullanılmış olsaydı yük dağılımı değişmezdi. Sonuç olarak iletken ve yalıktan olması madde cinsinde yükün hareketini zorlaştırıyor sadece iletkendeki gibi yükleyebilmek daha zor olurdu ama yapabilirdik.	

	-Ö4: Yalıtkanda sürekli ve homojen yük dağılımından bahsedebiliriz. İndüksiyonla yüklenme ile bir yalıtkanı homojen olarak yükleyebiliriz. Kürenin A noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü hesaplayamadım çünkü formülü hatırlayamadım.
Destekleyiciler	-Ö3: İletken küre +Q yükü yerine, -Q yükü ile yüklenseydi elektrik alan çizgileri içe doğru olurdu. Elektrik alan çizgileri her zaman artıdan eksiye doğrudur. Mesela iki iletken levhayı hint yağı dolu bir kabın içerisine belirli mesafe uzaklıkta yerleştirip güç kaynağını bağladığımızda ve bu kabın içine çim parçaları atıp güç kaynağını çalıştırdığımızda çimlerin yönelimini gözlemlemiştik bu yönelim artıdan eksiye doğruydu. -Ö2: Elektrik alan büyüklüğü ile çizgi sayısı doğru orantılıdır. -Ö4: Mesafe arttıkça ters kare yasasına göre elektrik alan büyüklüğü azalır mesela aradaki uzaklık 4 cm ise elektrik alan büyüklüğü 16 kat azalır. -Ö1: Elektrik alan büyüklüğü ise coulomb sabitine, yük miktarına ve aradaki mesafenin karesine bağlıdır. Mesafe arttıkça elektrik alanın şiddeti azalır. Birbirleriyle ters orantılıdır.
Çürütücüler	-Ö4: +Q yüklü iletken küreye aynı büyüklükte özdeş bir iletken küre dokundurulup uzaklaştırıldıktan sonra yük miktarı artardı. Elektrik alan büyüklüğü ise yük miktarı arttığı için doğru orantılı olarak artar, elektrik alan çizgilerinin sıklığı değişmezdi.

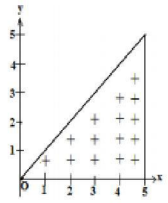
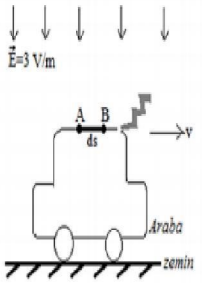
4.2.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisine Ait Bulgular

Elektriksel potansiyel konusunda sekizinci, dokuzuncu ve onuncu soruların öğretimi sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Konu başlıkları, konuya yönelik soru ve kazanımlar verilerek Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere yer verilmiştir.

4.2.3.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar

Tablo 31. *Elektrik potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar*

Konu başlığı	**Konuya yönelik soru**

Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi	**8)** Homojen yüklü üçgen ince bir levha (x,y) düzleminde şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Bu üçgen levhanın elektriksel potansiyeli $V(x,y)=3x^3+2y^2$ ile ifade edilmektedir.  **a.** Bu levha üzerinde x- doğrultusunda elektrik alan değerini veren ifadeyi bulunuz. E_x=? **b.** Bu levha üzerinde y- doğrultusunda elektrik alan değerini veren ifadeyi bulunuz. E_y=? **c.** Bu levha üzerinde herhangi bir noktadaki toplam elektrik alanı (**i,j**) birim vektörleri cinsinden ifade ediniz.
Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel	**9)** Düzgün λ doğrusal yük yoğunluğuna sahip, uzunluğu l, toplam yükü +Q olan bir tel şekildeki gibi yerleştirilmiştir. **a.** Bu telin *P* noktasındaki elektriksel potansiyeli nedir? Matematiksel olarak ifade ediniz. **b.** Telin yük yoğunluğu $\frac{\lambda}{2}$ değerine düşürülürse *P* noktasındaki potansiyelin yeni değerini hesaplayınız.
Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli	**10)** Yağmurlu bir günde, yukarıdan aşağıya doğru 3 V/m büyüklüğünde düşey bir elektrik alan vardır. Bir araba *v* hızıyla ilerlerken üstüne bir yıldırım isabet ediyor.  **a.** Arabaya yıldırım isabet ettikten sonra, arabanın dış yüzeyi boyunca yük dağılımı nasıl olur, şekil üzerinde gösteriniz. **b.** Arabanın tavanında A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark ne olur? Açıklayınız. **c.** Arabanın tavanında A ve B noktaları arasında ds yolu boyunca elektrik alanın büyüklüğü nedir? Elektrik alan çizgilerini şekil üzerinde gösteriniz.

Soruya yönelik kazanımlar

Konu: Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi

-Elektriksel alan ile elektriksel potansiyel arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Yüklü bir iletkenin potansiyelini bulurken elektrik alan denklemlerinin kullanıp kullanılamayacağına karar verir.

Konu: Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel

-Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyeli tanımlar.

-Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazar.

-İntegral ifadesi ile bir nokta yükün potansiyelinden sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini geliştirir.

-Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel ile yük, yük yoğunluğu ve uzaklık arasındaki ilişki açıklar.

-Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyelini integral ifadesi içinde hesaplar.

Konu: Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli

-İletken bir cisim üzerindeki fazla yüklerin yüzeyde düzgün olarak dağıldığını söyler.

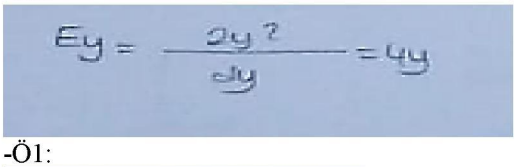
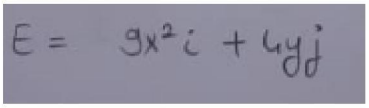
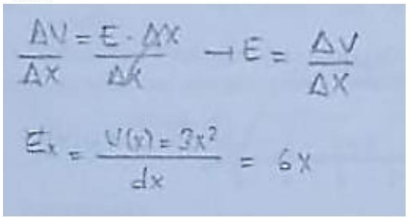
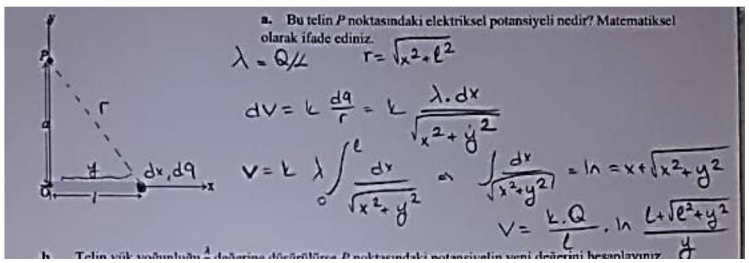
-Elektrostatik dengedeki bir iletkenin içinde elektrik alanın sıfır olacağını yorumlar.

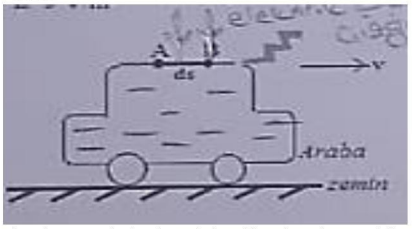
-Elektrostatik dengedeki bir iletkenin potansiyel farkının sıfır olacağını öngörür.

-Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Yüklü bir iletkenin potansiyelini bulurken elektrik alan denklemlerinin kullanıp kullanılamayacağına karar verir.

Tablo 32. *''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektriksel Potansiyel	Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi	-Elektriksel potansiyel fonksiyonu -Kısmi türev -Toplam elektrik alan
	Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel	-Yük yoğunluğu -Çizgisel yük yoğunluğu Elektriksel potansiyel
	Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli	-Potansiyel fark -Eş potansiyel yüzey -İletkenlik -Homojen yük dağılımı -Elektrik alan çizgileri
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Elektriksel potansiyel fonksiyonundan elektrik alan büyüklüğünü elde edebilmek için elektriksel potansiyelin kısmi türevini alırız. -Ö3:  -Ö1: 	
Çürütücüler	-Ö2:  Soruyu çözen bir öğrenci kısmi türev alırken işlem hatası yapmıştır.	
Destekleyiciler	-Ö3: Telin yük yoğunluğu yarıya düşürülürse P noktasındaki potansiyel yarıya düşer. -Ö1: 	

	-Ö3: Elektriksel potansiyel değerini $V = k\frac{q}{r}$ formülünü kullanarak buluruz.
Çürütücüler	-Ö1: Telin yük yoğunluğu yarıya düşürülürse yük miktarı iki katına çıkar ve P noktasındaki potansiyel 2 kat artar.
Destekleyiciler	-Ö1: Araç iletken olduğundan yükler homojen bir şekilde dağılacaktır. -Ö1: A ve B noktaları aynı düzlemde olduğu için eş potansiyel noktalardır ve potansiyel farkları sıfırdır.
Çürütücüler	-Ö4: Araba negatif yük ile yüklenir ve elektrik alan çizgileri dıştan içe doğrudur. -Ö1:  Arabanın içinde elektrik alan büyüklüğü 3 V/m dir. -Ö2: Yıldırım negatif yüklüdür ve arabaya isabet ettiğinde arabada aynı şekilde negatif yüklü olur.

4.2.3.1.Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Elektriksel potansiyel konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ‘’Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi’’, ‘’Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel’’ ve ‘’Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli’’ konuları sunuş yoluyla öğretim ile gerçekleştirilmiştir. Bu konularla ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler uygulama sonrası araştırma grubu ile birebir gerçekleştirilmiştir. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden elde edilen veriler, nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. *‘’Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi’’, ‘’Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel’’ ve ‘’Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli’’ konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	Konu Başlığı	Kodlar
Elektriksel Potansiyel	Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi	-Elektriksel potansiyel fonksiyonu -Kısmi türev -Toplam elektrik alan -Homojen dağılım -Yüklü cisim -Serbest elektron hareketi -İletken ve yalıtkan
	Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel	-Yük yoğunluğu -Çizgisel yük yoğunluğu -Hacimsel yük yoğunluğu -Yüzeysel yük yoğunluğu

		-Elektriksel potansiyel
	Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli	-Potansiyel fark -Eş potansiyel yüzey -İletkenlik -Homojen yük dağılımı -Elektrik alan çizgileri

Temalar	**Örnek Cümleler**
Destekleyiciler	-Ö3: Elektriksel potansiyel fonksiyonundan elektrik alan değerini bulabilmek için kısmi türev aldım. Elektriksel alanın x doğrultusunda sorulduysa x e göre kısmi türev aldım. Burada elektriksel potansiyel fonksiyonu verildiğinde bu fonksiyonun hem x hemde y ye bağlı olduğunu görüyoruz. Kısmi türev x in ve y nin ayrı ayrı elektrik alan değerini bulmamıza yarar. -Ö1: Yüklü cismin iletken veya yalıtkan olmasının yüklerin homojen dağılımına katkısı vardır. Yalıtkanlarda yükler serbest olarak hareket edemediği için homojen dağılım söz konusu değildir. -Ö1: Yalıtkan cisimleri homojen olarak yükleyemeyiz. Çünkü serbest elektron hareketi yoktur. -Ö2: Cismin l uzunluğunda homojen yük dağılımına sahip düz bir tel haline getirilirse değişiklik olmaz. Çünkü bizim elektriksel potansiyel fonksiyonumuz değişmedi.
Çürütücüler	-Ö4: Yüklü cismin iletken veya yalıtkan olmasının yüklerin homojen dağılımına katkısı vardır ancak yalıtkanlar iletkenlere göre daha zor homojen yüklenirler. Yalıtkan cisimleri homojen yükleyebiliriz ancak yalıtkan cisimlerde elektron hareketi zor olduğundan bütün noktaların eşit şekilde yüklenebilmesi neredeyse imkânsızdır. Cismin l uzunluğunda homojen yük dağılımına sahip düz bir tel haline getirildiğinde elektrik alan büyüklüğü değişirdi çünkü cismin şekli değişiyor.
Destekleyiciler	-Ö3: Bir basket topunun içinde 5 adet elektrik yükleri olsun diğer özdeş basket topunun içinde ise 10 adet elektrik yükü olsun. Aynı cins ve hacimde toplardan ikinci topun yük yoğunluğu daha fazladır. -Ö1: Yük yoğunluğunu birim kesit başına düşen yük miktarı olarak ifade edebiliriz -Ö1: P noktasını uzaklaştırırsak ne kadar uzağa giderse elektriksel potansiyel o kadar azalır elektriksel potansiyel uzaklıkla ters orantılıdır. -Ö2: Tel aynı düzlemde yarım daire şekline getirilirse P noktasındaki elektriksel potansiyeli bulmak için yine aynı formülü kullanırdım ancak yük dağılımı farklı olacağından çizgisel yük yoğunluğu yerine yüzeysel yük yoğunluğunu hesaba katardım. -Ö4: Yük yoğunluğu arttıkça elektrik alan artar.
Çürütücüler	-Ö3: Tel aynı düzlemde yarım daire şekline getirilirse P noktasındaki elektriksel potansiyeli bulmak için aynı yöntemi izlerdim telin aynı düzlemde yarım daire şekline getirilmesi bir şey değiştirmez. -Ö1: Telimiz daire şeklini alırsa yüzey alanı formülünden tel oldu için $\lambda = \frac{q}{l}$ olarak yazabiliriz ancak daire olduğu için hacimsel bir formül kullanmamız gerekir üç boyutlu cisim olarak kabul edip o şekilde hesabını yapabiliriz.
Destekleyiciler	-Ö3: Elektrik alan çizgilerini çizerken arabanın eksi yüklü olduğunu kabul ettim dıştan içe doğru çizmişim fakat cevabımın yanlış olduğunu fark ettim. Artı yüklü olup çizgiler içten dışa doğru olmalıydı yani araba artı yüklü olur. -Ö3: Yük miktarında bir değişiklik olmasa bile araba yalıtkan olursa arabanın belli bir bölgesinde yük birikimi olacağından potansiyel fark değişirdi. Arabanın içini boş olarak kabul ettiğimiz için elektrik alan sıfır olacaktır. -Ö2: İçerdeki elektrik alan sıfır olduğundan potansiyel farkta sıfır olur. Ayrıca bu iki nokta eş potansiyel noktalar olduğu için potansiyel fark sıfırdır.

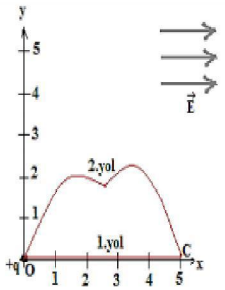
	Soruyu tam olarak anlamamıştım. Ama hatırladığım kadarıyla arabayı bir gauss yüzeyi olarak kabul edebiliriz. Böylelikle içerdeki elektrik alan sıfır olur. -Ö2: Arabaya yıldırım isabet ettiğinde araç yere temas ettiği için pozitif yükle yüklenir. Negatif yükler toprağa akar.
Çürütücüler	-Ö3: $\Delta V = Ecos\theta ds$ ise burdan elektrik alanı çektiğimizde ds yi 1 cm olarak kabul ettim çünkü iki nokta arasındaki uzaklığı çok çok küçük kabul ettim. $cos\theta$ ise sıfır olduğu içinde direk elektrik alan potansiyel farka eşit olarak düşündüm. -Ö4: Araba yalıtkan olsaydı potansiyel fark ve elektrik alan değişmezdi çünkü elektrik alan yine sıfır olacağı için buna bağlı olarak potansiyel farkta sıfır olurdu ve arabanın içinde elektrik alan yine sıfır olurdu.

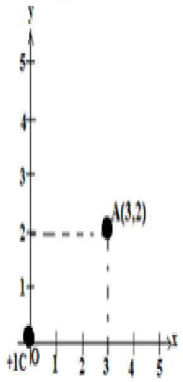
4.2.4. Elektriksel Potansiyel Konusunun Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Üzerinde Etkisi

Elektriksel potansiyel konusunda altıncı ve yedinci soruların öğretimi argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Konu başlıkları, konuya yönelik soru ve kazanımlar verilerek Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere yer verilmiştir.

4.2.4.1. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) Elde Edilen Nitel Sonuçlar

Tablo 34. *Elektrik potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilen konulara yönelik sorular ve kazanımlar*

Konu başlığı	**Konuya yönelik soru**
Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları	6) Şekildeki gibi x-y koordinat sisteminin merkezine +q yükü yerleştirilmiştir. Ortamda +x doğrultusunda düzgün bir elektrik alan vardır. a. +q yükünün 1. ve 2. yollar boyunca orijinden C noktasına götürülmesi için gereken potansiyel enerjiyi hesaplayıp yorumlayınız.  b. +q yükünün orijinden (0,2) ve (3,0) noktalarına götürülmesi için yapılması gereken işleri hesaplayınız. c. Düzgün elektrik alan içindeki (1,1) ve (4,5) noktaları arasındaki elektriksel potansiyel farkı bulunuz.

Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji	7) Şekildeki gibi koordinat sisteminin merkezine +1C'luk noktasal bir yük yerleştirilmiştir. a. Bu yükün A(3,2) noktasındaki elektriksel potansiyelini bulunuz.  b. Daha sonra A noktasına -1C'luk noktasal yük getirilmesi durumunda A noktasındaki potansiyelin değeri ne olur?

Soruya yönelik kazanımlar

Konu başlığı: Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları

-Potansiyel farkın potansiyel enerji ile doğru orantılı olacağını yorumlar.

-Düzgün bir elektrik alanda bir yükün bir noktan bir noktaya götürülmesi için yapılan işin yoldan bağımsız olduğunu yorumlar.

-Düzgün bir elektrik alana dik olan düzlem üzerindeki bütün noktaların aynı potansiyelde olacağını öngörür.

-Potansiyel enerji değişimi ile elektrik alan ve yük arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Potansiyel farkı ile potansiyel enerji arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Düzgün bir elektrik alan içindeki yüklü bir parçacığın yer değiştirmesini şekil üzerinden gösterir.

-Potansiyel enerjideki değişimi elektrik alan büyüklüğü ve yük miktarını kullanarak hesaplar.

-Potansiyel enerji ile potansiyel fark arasındaki farkı ayırt eder.

-Potansiyel enerji ile elektriksel potansiyel fark arasındaki farkı ayırt eder.

-Elektriksel potansiyel fark denklemini yazar.

Konu başlığı: Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji

-İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel fark denklemini yazar.

-Elektriksel potansiyel denkleminden bir nokta yükün potansiyeli denklemini geliştirir.

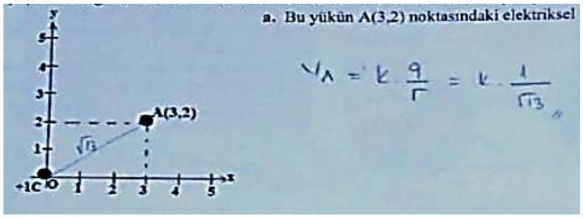
-Noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel fark ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Bir nokta yükün potansiyeli ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Elektriksel alan ile elektriksel potansiyel arasındaki ilişkiyi açıklar.

-Bir yükün elektriksel potansiyelini bulurken integral ifadesindeki sınırları nasıl belirleyip belirleyemeyeceğine karar verir.

Tablo 35. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularında açık uçlu sorular ölçeğinden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektriksel Potansiyel	Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları	-Potansiyel enerji -Alınan yol -Mesafe
	Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji	-Noktasal yük -Elektriksel potansiyel
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Ö3: Potansiyel farkı alınan yola bağlı değildir, mesafeye bağlıdır. Q yükünün iki yol boyunca C noktasına götürülmesi için gereken potansiyel enerji $U = qEds$ ile bulunur ve iki yol içinde gereken potansiyel enerji uzaklık aynı olduğu için eşittir.	
Çürütücüler	Öğrenciler soruyu çözerken formülü hatırlayamamışlar veya işlem hatası yapmışlardır.	
Destekleyiciler	-Ö1: Bir noktasal yükün herhangi bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyeli bulmak için $V = k\frac{q}{r}$ formülü kullanılır. -Ö2: 	
Çürütücüler	Öğrenciler bu soruyu çözerken formülü doğru hatırlamış ancak işlem hatası yapmışlardır. Bir öğrenci ise elektriksel potansiyel formülü yerine elektrik alan formülü yazmıştır.	

4.2.4.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Elektriksel potansiyel konusunda araştırmacı tarafından belirlenen ''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konuları argümantasyon temelli öğretim yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu konularla ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler uygulama sonrası araştırma grubu ile birebir gerçekleştirilmiştir. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden elde edilen veriler, nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 36. *''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' konularında yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler*

Genel Başlıklar	**Konu Başlığı**	**Kodlar**
Elektriksel Potansiyel	Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları	-Potansiyel enerji -Potansiyel fark -Elektriksel potansiyel -Elektriksel potansiyel fark -Düzgün elektrik alan -Düzgün olmayan elektrik alan -Eş potansiyel yüzeyler
	Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji	-Noktasal yük -Elektriksel potansiyel -Yük topluluğu -Üst üste binme ilkesi -İki nokta arasındaki potansiyel fark
Temalar	**Örnek Cümleler**	
Destekleyiciler	-Ö3: Potansiyel enerji işe bağlıdır. İş formülü $W = Fx$ olarak ifade edebiliriz. Elektrik konusu için iş formülünü düşünürsek burada elektriksel kuvveti kuvvet yerine qE olarak yazabiliriz yol ise aynı kalır. Potansiyel enerjiyi $U = qEds$ olarak yazabiliriz. Potansiyel farkın formülünü potansiyel enerjinin q ye bölümü olarak yazabiliriz yani elektriksel potansiyel farkı $\Delta V = Eds$ olarak yazılabilir. -Ö3: Düzgün olmayan bir elektrik alanda potansiyel farkı bulmak için bir gauss yüzeyi olarak ele alırsak oradaki noktasal yüklerin hesaba katılabilmesi için yüklerin üst üste binme ilkesini kullanarak potansiyel farkın değişimini bulabiliriz. -Ö4: Bir mukavvayı eşit ve homojen bir şekilde ıslatıp iletken hale getiririz ve bu mukavva üzerinde y ekseninde olacak şekilde eş potansiyel yüzeyleri buluruz. Sonrasında elektrik alan çizgilerini bulabiliriz. -Ö3: Potansiyel enerji alınan yoldan bağımsız mesafe ile orantılıdır. Mesela bir mahallenin iki ucu arasındaki mesafe 10 metre olsun. Bu mahallede iki kez gidip dönerseniz alınan yol 20 metredir ancak mahallenin bir uçtan diğer uç arasındaki mesafe hep aynı kalır yani 10 metredir.	

	-Ö1: Potansiyel fark iki nokta arasındaki potansiyeli verir. Potansiyel enerji ise bir noktanın potansiyelini verir. Elektrik alan çizgilerinin eş potansiyel yüzeylere dik çizgiler olduğunu biliyoruz. Bu şekilde elektrik alan çizgilerini belirleyebiliriz.
Çürütücüler	-Ö4: Potansiyel fark ile potansiyel enerji arasında bir fark yoktur. İkisi aynı şeyi ifade eder. Sadece potansiyel fark potansiyel enerjinin farkıdır.
Destekleyiciler	-Ö3: Bu soruda elektrik alan formülünü kullanmışım ama normalde bir noktasal yük için elektriksel potansiyeli $V = k\frac{q}{r}$ olarak ifade edebilirim. Soruyu çözerken emin değildim iki formülü karıştırmışım. -Ö2: O ve A noktaları arasındaki mesafeyi bulurken bir üçgen oluşturdum ve O ve A arasındaki uzaklığı bu üçgenin hipotenüsü olarak belirledim. -Ö3: Birden fazla yük olursa formülde ne kadar yük varsa q yerine çarpım olarak q1 q2…. olarak yazarım. Burada ne kadar yük varsa toplayabiliyoruz. Yüklerin üst üste binme ilkesinden dolayı q/r yazıp toplam içerisine alıp formülize edebiliriz. -Ö1: Elektriksel potansiyel k sabitine bağlıdır. Yükle doğru orantılıdır yük miktarı artarsa elektriksel potansiyel artar. Uzaklık arttıkça ise elektriksel potansiyel azalır. -Ö1: Yükümüz q olsun mesela A noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel ile B noktasındaki elektriksel potansiyelin farkını hesaplamak için $kq\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b}$ formülünü kullanabiliriz.
Çürütücüler	

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, önceki bölümde sunulan araştırma bulguları, bulgulardan yola çıkarak ulaşılan sonuçlar, ilgili tartışmalar ve elde edilen sonuçlara yönelik öneriler yer almaktadır.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik argümantasyon temelli öğretim ve sunuş yoluyla öğretim yöntemlerinin bilgiyi içselleştirme düzeyleri üzerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tek bir örneklem grubuna elektrik alanlar konusunda; ''Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler'', ''Elektrik Alanı ve Düzgün Bir Elektrik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi'', elektriksel potansiyel konusunda; ''Elektriksel Potansiyelden Elektrik Alan Elde Edilmesi'', ''Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel'' ve ''Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli'' alt konuları sunuş yoluyla öğretim yöntemi ile öğretimi gerçekleştirilirken, elektrik alan konusunda ''Coulomb Yasası'', ''Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı'' ve ''Elektrik Alan Çizgileri'' alt konuları ve elektriksel potansiyel konusunda; ''Düzgün Bir Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları'', ''Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji'' alt konuları ise argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile öğretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu araştırmada argümantasyon temelli ve sunuş yoluyla öğretim yöntemlerinin fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında bilgiyi içselleştirmelerine olan etkilerine ilişkin olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Örneklem grubuna EPSÖ ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkileri incelenirken belirlenen her iki öğretim yöntemi belirlenen konu başlıklarına uygulanmıştır. Bu iki öğretim yönteminin konunun öğretimi üzerine etkileri ön test ve son test arasında ön test ve son test başarı artış oranlarına bakılarak analiz edilmiştir. Aynı zamanda bu iki öğretim yönteminin elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularındaki etkisi karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın analizinde yedi alt problemin cevabı için nicel analiz yöntemi ile SPSS programı kullanılarak EPSÖ' den elde edilen sonuçlara göre minimum, maksimum ve ortalama puan, aritmetik ortalama, standart sapma ve bağıl yüzdelik değişim (bilgiyi içselleştirme artış oranı) kullanılmıştır. Bağıl yüzdelik değişim oranları (bilgiyi içselleştirme oranı) (0-19) düşük, (20-39) orta, (40-59) iyi, (60-79) çok iyi, (80-100) mükemmel olarak

değerlendirilmiştir. Sekizinci, dokuzuncu ve onuncu alt problemlerin cevabı için nicel analiz yöntemi ile SPSS 22.0 programında Mann Whitney-U testiyle anlamlılık düzeyine bakılmıştır.

Nicel analize ilaveten EPSÖ ölçek maddelerinden elde edilen veriler kullanılarak her bir fizik öğretmen adayının kişisel kavramsal yanılgıları, yorum hataları, bilgi eksiklikleri tespit edilerek yarı yapılandırılmış görüşme formları oluşturulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşmeler esnasında fizik öğretmen adaylarının EPSÖ'ye verdikleri cevaplara derinlemesine incelemeye yönelik sorular yöneltilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formları ile yapılan birebir görüşmeler neticesinde her bir öğrencinin alana ait bilgisi, bilgi eksiklikleri, kavram yanılgıları ve doğru bilgileri derinlemesine tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular araştırmanın problem cümlelerine yanıt olacak şekilde düzenlenmiş ve ortaya çıkan sonuçlar ilgili literatür ile ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

Araştırmanın birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü problem durumları için nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz kullanılmıştır. Fizik öğretmen adaylarının son teste (EPSÖ) ve yarı yapılandırılmış görüşmelere verdikleri cevaplardan elde edilen veriler sadeleştirilmiş, sadeleştirilmiş veriler her bir problem durumuna yönelik kodlanmış, temalar belirlenmiş ve betimsel analiz yöntemi ile tablolaştırılmıştır. Nitel verilerden elde edilen bulgulara göre, araştırmanın başında belirlenen kazanımların hangilerine ulaşıldığı belirlenip yorumlanmıştır. Her bir alt problemin bulguları ve yorumları değerlendirilerek tüm sonuçlar aşağıda sırasıyla belirtilerek ilgili alan yazın ışığında sunulmuştur.

5.1.1. Elektrik Alanlar Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektrik alanlar konusunda uygulanan sunuş yoluyla öğretimin fizik öğretmen adaylarının ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %28.5 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

Elektrik alanlar konusunda sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisine bakıldığında ve fizik öğretmen adaylarının EPSÖ'ye verdikleri cevaplar SPSS 22.0 programı ile analiz edilip, bu veriler karşılaştırıldığında, fizik öğretmen adaylarının sunuş yoluyla öğretimi gerçekleştirilmiş elektrik alanlar konularına yönelik sorulardan aldıkları minimum ön ölçüm puanı 12 puan, son ölçüm puanı ise 24 puan olarak belirlenmiştir. Elektrik alanlar konularına yönelik sorulardan aldıkları maksimum ön ölçüm puanı 26 puan, son ölçüm puanı ise 39 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm

sonuçlarına bakıldığında 16.5 iken, son ölçüm puanı 30.7 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 6.4 iken, son ölçüm standart sapması ise 6.9 olarak belirlenmiştir.

Fizik öğretmen adaylarının EPSÖ'den ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler nitel analiz yöntemlerinden biri olan betimsel analiz ile incelendiğinde, elektrik yüklerinin özellikleri, yalıtkanlar ve iletkenler konusunda; iletkenler ve yalıtkanların elektriksel özelliklerini söyleme, maddeleri elektriksel iletim özelliklerine göre yorumlama, yalıtkanlarda ve iletkenlerde yük dağılımını tanımlama, iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkı ayırt etme, topraklanmayı yorumlama, yalıtkanlarda ve iletkenlerdeki topraklamayı açıklama ve aralarındaki farkı ayırt etme kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektrik yüklerinin özellikleri, yalıtkanlar ve iletkenler konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının neredeyse hepsi konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap vermiş, sadece bir öğretmen adayı maddenin iletkenlik özelliği hakkında çürütücü bir yargıya ulaştığı görülmüştür. Elektrik alanı ve düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi konusunda; Coulomb yasası denkleminden elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirme, Newton'un 3. Yasasından ve elektrik alan içinde yüklü bir parçacığın hareketini yükün cinsine göre açıklama, pozitif veya negatif bir yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu gösterme, elektrik alan denklemini yazma kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektrik alanı ve düzgün bir elektrik alanda yüklü parçacıkların hareketi konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile elde incelendiğinde, öğretmen adaylarının tümünün konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, çürütücü bir yargıda bulunmadıkları görülmüştür.

Problem durumuna yönelik ilgili literatür incelendiğinde, Çıldır (2009) araştırmasında elektrik akımı konusunun öğretiminde analoji kullanımının öğrencilerin "Elektrik Akımı" konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesine etkisini ve farklı yöntemlerin, öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmede değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılamayacağını araştırmıştır. Araştırmada, analoji destekli öğretimin öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarını gidermede, kavramsal değişimi sağlamada ve öğrencilerin başarılarını arttırmada analoji içermeyen düz anlatım yöntemine göre daha başarılı olduğunu, elektrik kavram testinin yanı sıra, analoji ve kavram haritalarının öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde alternatif değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Baran (2013), sunuş yoluyla öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin bilişsel öğrenme düzeylerine olan etkisini araştırmıştır. Bu amaçla araştırmada kullanılan öğretim yöntemlerinin grupların, birinci (hatırlama ve anlama), ikinci (uygulama) ve üçüncü (analiz etme, değerlendirme ve yaratma) bilişsel seviyelerinin farklılaştırmaya etkisinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir grubun akademik başarısında istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirlenmiştir. Yılmaz (2019), araştırmasında matematik eğitiminde problem kurma yaklaşımına dayalı öğretimin ve sunuş yoluyla öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Araştırmada uygulanmış olan iki öğretim yönteminin de son test puan ortalamaları, ön test puan ortalamalarından anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, her ne kadar hedeflenen kazanımların çoğunluğuna ulaşılmış olunsa da, elektrik alanlar konularında sunuş yoluyla öğretiminin öğrenciler arasında çok büyük bir anlamlı bir fark yaratmadığı görülmektedir. Bu sonuç alanyazın ile ilişkilendirildiğinde, sunuş yoluyla öğretim yönteminin diğer öğretim yöntemleriyle kıyaslandığında öğrenciler üzerinde etkisi anlamlı düzeyde değildir. Ö4'ün bağıl yüzdelik değişim oranının diğer öğretmen adaylarına kıyasla yüksek çıkmasının sebebi hazır bulunuşluk düzeyinin diğerlerinden fazla olması veya konuya yönelik motivasyonunun yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir.

5.1.2. Elektrik Alanlar Konusunda Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Argümantasyon temelli öğretimin elektrik alanlar konusunda fizik öğretmen adaylarının ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %33.7 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

Argümantasyon temelli öğretimin elektrik alanlar konusunda bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisine bakılmıştır. EPSÖ' den aldıkları ön ve son ölçümler SPSS programı ile analiz edildiğinde, minimum ön ölçüm puanı 24 puan, son ölçüm puanı ise 46 puan, maksimum ön ölçüm puanı 39 puan, son ölçüm puanı ise 70 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 30.0 iken, son ölçüm puanı 57.2 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 6.6 iken, son ölçüm standart sapması ise 10.0 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında aritmetik ortalamanın ön ölçüme göre arttığını çıkarımı yapılabilir.

EPSÖ'den ve yarı yapılandırılmış görüşmelerinden elde edilen veriler incelendiğinde, Coulomb yasası konusunda; Elektriksel kuvveti tanımlama ve Coulomb yasasını yazma, iki farklı veya aynı çeşit yükün birbiri üzerinde uyguladığı kuvveti açıklama, elektriksel kuvvet ile yük arasındaki ilişkiyi açıklama, elektriksel kuvvet ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklama, elektriksel kuvvet ile Coulomb sabiti arasındaki ilişkiyi açıklama kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektrik yüklerinin özellikleri ve Yalıtkanlar ve İletkenler konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının tümünün konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap vermiş, çürütücü bir yargıda bulunmamışlardır. Sürekli yük dağılımının elektrik alanı konusunda; Sürekli bir yük dağılımın bir noktada oluşturduğu elektrik alanı söyleme, birden fazla yükün oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazma, sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazma ve hesaplama kazanımlarına ulaşılmıştır. Sürekli yük dağılımının elektrik alanı konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının yarısının konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, iki öğretmen adayının dairesel levha oluşan yük dağılımı hakkında ve iletkenler ve yalıtkanlarda oluşan yük dağılımı hakkında çürütücü bir yargıda bulunduğu görülmüştür. Ayrıca bir öğretmen adayı elektrik alan formülünü soruyu çözerken hatırlayamadığını belirtmiştir. Elektrik alan çizgileri konusunda; elektrik alan çizgilerini açıklama, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterme, iki yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini belirlerken yükün çeşidine göre elektrik alan çizgilerinin başlangıç ve bitiş noktalarına karar verme, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterme kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektrik alan çizgileri konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının neredeyse tümünün konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, bir öğretmen adayının elektrik alan çizgileri ve elektrik alan şiddeti arasındaki ilişki hakkında çürütücü bir yargıda bulunduğu görülmüştür. İlgili literatür incelendiğinde, problem durumuna yönelik benzer çalışmalara rastlanmıştır. Çalışmalarda argümantasyon temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve tartışma becerilerinin gelişmesine etkileri araştırılmıştır.

Altun (2010), araştırmasında bilimsel tartışma odaklı öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla 7. sınıf öğrencilerinin ışık ünitesindeki akademik başarılarının ve bilimin doğasını anlama düzeylerinin artmasında ve fene karşı tutumlarının olumlu yönde

gelişmesinde anlamlı bir etkinliğe sahip olup olmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarında bilimsel tartışma odaklı öğretim yöntemiyle derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin ışık ünitesi kapsamında akademik başarılarının geleneksel öğretim yöntemlerine göre anlamlı derecede daha iyi olduğu tespit etmiştir. Öğreten ve Sağır (2014), argümantasyona dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına ve tartışma becerilerinin gelişmesine etkisini araştırmışlardır. Öğretim sonrasında argümantasyona dayalı etkinliklerin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunun akademik başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı fark olduğunu ortaya koymuş, deney grubuna uygulanan argümantasyona dayalı etkinlikler analiz ettiklerinde ise öğrencilerin tartışma seviyelerinin de geliştiğini tespit etmişlerdir. Şengüleç, Bahçivan ve Azar (2017), çalışmalarında Fen bilimlerinde hem öğretilmesi hem de öğrenilmesi aşamalarında kavramsal boyutta güçlüklerle karşılaşılan fizik alanında ve özellikle elektrik konusunda bir öğretim metodu olarak argümantasyon kullanılmasının Fen Bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlama durumlarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Yapılan analizler sonucunda, katılımcıların hem yıldırım hem de lambaların parlaklığı konularındaki aktivitelerde argümantasyon süreci boyunca, iddialarının ve iddialarına yönelik sundukları gerekçelerinin bilimsellik düzeylerinde artış gözlemlenmiş, katılımcıların argümantasyon sürecinde diyalojik etkileşimleri artırmak için yapılan grup ve tüm-sınıf tartışmalarının, katılımcıların hem yıldırım hem lambaların parlaklığı konularındaki kavramsal anlamaları üzerindeki olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektrik alanlar konularında argümantasyon temelli öğretim yönteminin öğrenciler arasında %57'ye kadar çıkan bir bilgiyi içselleştirme artış oranı yarattığı görülmektedir. Ö2'ün bağıl yüzdelik değişim oranının diğer öğretmen adaylarına kıyasla çok düşük çıkmasının sebebi konuya yönelik motivasyonunun ve tutumunun oldukça düşük olmasından ve öğretim yönteminin öğrenciye yönelik uygun olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Alanyazında yer alan benzer çalışmalar incelendiğinde, argümantasyon temelli öğretim yönteminin ilgili problem durumu üzerine olan etkisinin anlamlı ve olumlu yönde olduğu söylenebilir. Ayrıca argümantasyon temelli öğretim yönteminin akademik başarı, kavramsal anlama düzeyi, eleştirel düşünme eğilimi, sorgulama, analiz etme, mantık kurma, kendini ifade etme ve yorumlama gibi beceriler üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir.

5.1.3. Elektriksel Potansiyel Konusunda Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Fizik öğretmen adaylarının elektriksel potansiyel konusunda uygulanan sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme artış oranı %37.5 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

Fizik öğretmen adaylarının EPSÖ'ye verdikleri cevaplar SPSS ile analiz edildiğinde, elektriksel potansiyel konularına yönelik sorulardan aldıkları minimum ön ölçüm puanı 0 puan, son ölçüm puanı ise 22 puan, maksimum ön ölçüm puanı 20 puan, son ölçüm puanı ise 47 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 9.2 iken, son ölçüm puanı 33.7 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 9.3 iken, son ölçüm standart sapması ise 11.0 olarak belirlenmiştir.

EPSÖ'den ve yarı yapılandırılmış görüşmelerinden elde edilen nitel veriler incelendiğinde, elektriksel potansiyelden elektrik alan elde edilmesi konusunda; elektriksel alan ile elektriksel potansiyel arasındaki ilişkiyi açıklama, yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklama, yüklü bir iletkenin potansiyelini bulurken elektrik alan denklemlerinin kullanıp kullanılamayacağına karar verme kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektriksel potansiyelden elektrik alan elde edilmesi konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının neredeyse hepsi konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap vermiş, sadece bir öğretmen adayı yalıtkanların homojen olarak yüklenip yüklenemeyeceği hakkında çürütücü bir yargıya ulaştığı görülmüştür. Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel konusunda; sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazma, integral ifadesi ile bir nokta yükün potansiyelinden sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini geliştirme, sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyelini integral ifadesi içinde hesaplama kazanımlarına ulaşılmıştır. Sürekli Yük Dağılımının Oluşturduğu Elektriksel Potansiyel konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının çoğunun konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, iki öğrencinin sürekli yük dağılımın oluşturduğu elektriksel potansiyel formülünü yanlış hatırladığı için çürütücü bir yargıda bulundukları

görülmüştür. Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli konusunda; İletken bir cisim üzerindeki fazla yüklerin yüzeyde düzgün olarak dağıldığını söyleme, elektrostatik dengedeki bir iletkenin içinde elektrik alanın sıfır olacağını yorumlama ve elektrostatik dengedeki bir iletkenin potansiyel farkının sıfır olacağını öngörme kazanımlarına ulaşılmıştır. Yüklü Bir İletkenin Potansiyeli konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının sadece bir tanesinin konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, üç öğrencinin yüklü bir iletkenin potansiyelinin oluşturduğu elektrik alanı, oluşan yük dağılımını ve buna bağlı olarak elektrik alan çizgileri hakkında bir yargıda bulundukları görülmüştür. Problem durumuna yönelik ilgili literatür incelendiğinde, geleneksel yöntemin veya sunuş yoluyla öğretim yönteminin diğer öğretim yöntemlerine göre anlamlı farklılık oluşturmada zayıf kaldığı görülmektedir. Sadece elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretimin etkisine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Vatansever (2006), kavramsal değişim metinlerine dayandırılan öğretimin, geleneksel fizik öğretimi ile karşılaştırıldığında onuncu sınıf öğrencilerinin elektriksel alan, elektriksel potansiyel ve elektriksel potansiyel enerji konularındaki kavram yanılgılarını gidermeye olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarında, kavramsal değişim yöntemi ile yapılan öğretimin, öğrencilerin fizik dersine karşı olan tutumlarını arttırmada etkili olamadığını ortaya koymuştur. Mısır (2009), 11.sınıf fizik öğretim programında yer alan " Elektrostatik" ve "Elektrik Akımı" ünitelerindeki "Ohm Yasası", "Suyun Elektrolizi", "İletkenin Sığası", "Elektriksel İş ve Isı" konularına yönelik, TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin etkililiğini öğrenci başarısı boyutunda incelemiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgulara dayalı olarak; öğrencilerin kazandıkları davranışların, bireysel ve sosyal gelişimlerini desteklediği, kendi kendilerini yönlendirip öğrenmelerine ve akademik başarılarının artırılmasına, öğrenme sürecinde ders kapsamındaki başarı ve bilgi seviyelerinin farkında olmalarına olumlu katkı sağladığı sonucuna varmıştır. Erdoğdu (2011), 11.sınıf Elektrik Akımı ve Lambaların Parlaklığı konularında yapılandırmacı öğretim yönteminin 5E modeli kullanılarak yapılacak öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisini incelemiş ve karşılaştırmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin 'Elektrik Akımı Başarı Testi' (EABT) ve 'Lambaların Parlaklığı Başarı Testi' (LPBT) son test puanlarına ilişkin deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektriksel potansiyel konularında sunuş yoluyla öğretiminin öğrenciler arasında bilgiyi içselleştirme artış oranı bazında maksimum %51 olduğu görülmektedir. Elektriksel potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretim yönteminin

başarı artış oranının, elektrik alanlar konusundaki başarı artış oranından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu bilgiyi içselleştirme artış oranını yükseltmeye yönelik, elektriksel potansiyel konusunda sunuş yoluyla öğretimi destekler nitelikte başka öğretim yöntemlerine başvurulabilir. Özellikle yüklü bir iletkenin potansiyeli konusuna yoğunlaşılabilir ve bu konuya yönelik fizik öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgıları incelenebilir. Aynı zamanda sunuş yoluyla öğretimin zayıf bir öğretim yöntemi olmasından ötürü online eğitim ile yapılması öğretimin etkililiğini azaltmış olabilir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerin öğrencilerin son teste (EPSÖ) verdikleri cevapların paralel olduğu görülmektedir ve çoğu hedeflenen kazanımlara ulaşılmıştır. İlgili literatür ile sonuçlar ilişkilendirildiğinde, diğer öğretim yöntemlerine kıyasla sunuş yoluyla öğretim yönteminin anlamlı bir düzeyde fark yaratmadığı görülmektedir.

5.1.4. Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Argümantasyon temelli öğretimin ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %39.7 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi iyi alt sınırında olduğu gözlemlenmiştir.

Argümantasyon temelli öğretimin bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisine bakıldığında, fizik öğretmen adaylarının argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiş elektriksel potansiyel konularına yönelik sorulardan aldıkları minimum ön ölçüm puanı 0 puan, son ölçüm puanı ise 25 puan, maksimum ön ölçüm puanı 9 puan, son ölçüm puanı ise 33 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 4.2 iken, son ölçüm puanı 28.2 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında aritmetik ortalamanın ön ölçüme göre arttığını ve buna bağlı olarak son ölçüm puanlarında artış olduğu çıkarımı yapılabilir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 4.9 iken, son ölçüm standart sapması ise 3.5 olarak belirlenmiştir.

EPSÖ'den ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler incelendiğinde, düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkları konusunda; düzgün bir elektrik alanda bir yükün bir noktan bir noktaya götürülmesi için yapılan işin yoldan bağımsız olduğunu yorumlama, potansiyel enerji değişimi ile elektrik alan ve yük arasındaki ilişkiyi açıklama, potansiyel farkı ile potansiyel enerji arasındaki ilişkiyi açıklama, potansiyel enerjideki değişimi elektrik alan büyüklüğü ve yük miktarını kullanarak hesaplama, potansiyel enerji ile potansiyel fark arasındaki farkı ayırt etme kazanımlarına ulaşılmıştır. Düzgün Bir

Elektrik Alandaki Potansiyel Farkları konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının neredeyse tamamı konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap vermiş, sadece bir öğrenci potansiyel fark ile potansiyel enerjinin arasındaki fark hakkında çürütücü bir yargıda bulunmuştur. Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji konusunda; elektriksel potansiyel fark denklemini ve iki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel fark denklemini yazma, elektriksel potansiyel denkleminden bir nokta yükün potansiyeli denklemini geliştirme, noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel fark ile yük arasındaki ilişkiyi açıklama kazanımlarına ulaşılmıştır. Elektriksel Potansiyel ve Noktasal Yüklerin Oluşturduğu Potansiyel Enerji konusunda EPSÖ'den elde edilen nitel verilere göre hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşmeler betimsel analiz ile incelendiğinde, öğretmen adaylarının konuya yönelik görüşme sorularına destekleyici nitelikte cevap verdiği, ancak bazı öğretmen adaylarının elektriksel potansiyel formülü yanlış hatırladıkları, elektrik alan formülü ile soruyu çözümlemeye çalıştıkları görülmüştür. İlgili literatür incelendiğinde, argümantasyon temelli öğretimin elektriksel potansiyel konusundaki başarı artış oranını destekler nitelikte bir çok araştırmaya rastlanmıştır.

Önder (2011), araştırmasında kavramsal metinlere dayalı tartışma yönteminin elektriksel potansiyel ve elektriksel potansiyel enerji konularına yönelik başarılarına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda belirlenen yöntemin öğrencilerin elektriksel potansiyel ve elektriksel potansiyel enerji konularındaki başarı düzeyinin orta düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Gülseven (2020), öğrencilerin Kuvvet ve Enerji ünitesinde yer alan konulardaki akademik başarılarının, fen bilimlerine karşı tutumlarının ve argümantasyon seviyelerinin argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi ile mevcut programda öngörülen yaklaşımla karşılaştırarak aralarındaki farkın belirlemeyi amaçlamıştır. Uygulama sonucunda deney grubunun kontrol grubuna göre başarı seviyeleri daha yüksek çıkmıştır. Fen bilimlerine karşı tutumlarında ise son test sonuçlarına göre fark olmadığı tespit edilmiştir. Argümantasyon temelli FeTeMM eğitimi ile işlenen derslerin, mevcut programdaki yaklaşımlara göre işlenen derslerden akademik başarıya ve argümantasyon seviyesine etkisinin fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretiminin öğrenciler arasında bilgiyi içselleştirme artış oranı bazında maksimum %48 olduğu görülmektedir. Argümantasyon temelli öğretim yönteminin araştırmada konuya yönelik 2 boyutlu ve 3 boyutlu argümantasyon materyalleriyle desteklenerek elektriksel

potansiyel konularının öğretiminin gerçekleştirilmesi fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak bu yöntemin online eğitim ile gerçekleştirilmesi bu materyallerin etkililiğini azalttığı düşünülmektedir. Ayrıca ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin sorulara hiç yanıt vermeyerek sıfır puan almış olması hazır bulunuşluk düzeylerinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Elektriksel potansiyel konuları öğretmen adayları tarafından anlaşılması zor konular olarak görülüyor olsada, başarı artış oranlarına bakıldığında elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yönteminin etkisinin elektrik alanlar konusunun öğretimine etkisine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İlgili alanyazın ile karşılaştırıldığında, argümantasyon temelli öğretim yönteminin başarıyı arttırdığını göstermektedir.

5.1.5. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konusunda uygulanan sunuş yoluyla öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %33.2 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

Sunuş yoluyla öğretimin elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisine bakıldığında, aldıkları minimum ön ölçüm puanı 15 puan, son ölçüm puanı ise 46 puan, maksimum ön ölçüm puanı 40 puan, son ölçüm puanı ise 81 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 25.7 iken, son ölçüm puanı 64.5 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında aritmetik ortalamanın ön ölçüme göre arttığını ve buna bağlı olarak son ölçüm puanlarında artış olduğu çıkarımı yapılabilir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 12.7 iken, son ölçüm standart sapması ise 14.3 olarak belirlenmiştir. İlgili literatürde öğrencilerin konuya yönelik başarı ve tutumları, akademik başarıları, kavramsal anlamaları üzerine benzer çalışmalara rastlanmıştır.

Yiğit ve Akdeniz (2003), elektrik devrelerine yönelik olarak geliştirilen logo destekli programın çalışma yaprağı ile yapılan uygulamalarının öğrencilerin başarı ve tutumları üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Bilgisayar Destekli Öğretim ve elektrik devrelerine ilişkin puanlarda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bilal (2010), lisans düzeyindeki elektrik konularının modelleme yoluyla öğretiminin, öğrencilerin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak, elektrik konularındaki modelleme

yoluyla fizik öğretiminin akademik başarı ve kavramsal anlama üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında sunuş yoluyla öğretiminin öğrenciler arasında bilgiyi içselleştirme artış oranı bazında maksimum %45 olduğu görülmektedir. Uygulama süresince fizik öğretmen adayları, elektrik alan konularının ve formüllerinin, elektriksel potansiyel konu ve formüllerine göre anlaşılması daha kolay olduğunu dile getirmişlerdir. Toplamda elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında sunuş yoluyla öğretimin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine olan etkisi ortalama olarak incelendiğinde orta seviyede olduğu görülmektedir. Uygulama sürecinde deneyimler sonucu öğrencilerin formüllerde sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Bu oranın artması için özellikle elektriksel potansiyel konularına yönelik formüller irdelenebilir.

5.1.6. Elektrik alan ve Elektriksel Potansiyel Konularında Argümantasyon Temelli Öğretim ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeylerine Etkisi

Argümantasyon temelli öğretim yönteminin elektrik alan ve elektriksel potansiyel konusunda uygulanan fizik öğretmen adaylarının ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %35.5 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

EPSÖ' den elde edilen veriler SPSS 22.0 programı ile analiz edilip karşılaştırıldığında, fizik öğretmen adaylarının argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmiş elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik sorulardan aldıkları minimum ön ölçüm puanı 24 puan, son ölçüm puanı ise 75 puan, maksimum ön ölçüm puanı 49 puan, son ölçüm puanı ise 96 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 36.7 iken, son ölçüm puanı 85.5 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 13.5 iken, son ölçüm standart sapması ise 8.6 olarak belirlenmiştir. Doğrudan bir çalışmaya rastlanmamış olsa da, problem durumuna yönelik destekleyici nitelikte bazı çalışmalara rastlanmıştır.

Gülbaş (2019), araştırmasında Modelleme Tabanlı Argümantasyon (MTA) yönteminin mıknatıslar konusunda öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili kavramalarına, model ve argümantasyon oluşturma düzeylerine ve disiplinel ve epistemik katılım düzeylerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, MTA yönteminin uygulandığı fizik derslerinde öğrencilerin model ve argümantasyon oluşturma düzeylerinin, disiplinel ve epistemik katılım düzeylerinin

ve bilim doğasına ilişkin görüşlerinin gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışkan (2020), astronomi konusunda kullanılan argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin fen öğrenme anlayışlarına, fen öğrenme yaklaşımlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin fen öğrenme anlayışlarından "ezberleme", "test çözme" ve "anlama ve farklı bakış" alt boyutlarında ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu ve öğrencilerin yüzeysel fen öğrenme yaklaşımlarında da ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark yarattığını gözlemlemiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretiminin öğrenciler arasında bilgiyi içselleştirme artış oranı bazında maksimum %53 olduğu görülmektedir. Elektrik alan ve potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yönteminin başarı artış oranın, sunuş yoluyla öğretim yöntemi başarı artış oranından yüksek olduğu görülmektedir. İlgili alanyazına bakıldığında, elektrik alan ve elektriksel potansiyel konusu dışında birçok konu üzerinde başarı artış oranı bakımından anlamlı bir fark yarattığı görülmektedir. Argümantasyon temelli öğretim yöntemi, öğretim yöntemine yönelik 2 boyutlu ve 3 boyutlu materyal geliştirmeye açık bir öğretim yöntemidir. Argümantasyon temelli 2 boyutlu ve 3 boyutlu materyal uygulamaları kısıtlı bir sürede online eğitim üzerinden video ile konuların öğretimleri gerçekleştirildiğinden fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme üzerine etkisinin düşük olduğu düşünülmektedir.

5.1.7. Elektrik Alan ve Elektriksel Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimi ve Sunuş Yoluyla Öğretimi ile Bilgiyi İçselleştirme Düzeyleri Arasındaki İlişki

Argümantasyon temelli öğretim yöntemi ve sunuş yoluyla öğretim yöntemlerinin fizik öğretmen adaylarının ortalama bilgiyi içselleştirme artış oranı %34.5 olarak belirlenmiştir. Bu öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine etkisi orta düzeydedir.

Fizik öğretmen adaylarının EPSÖ' ye verdikleri cevaplar, SPSS analizinden elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında, fizik öğretmen adaylarının argümantasyon temelli öğretimi ve sunuş yoluyla öğretimi ile gerçekleştirilmiş elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik sorulardan aldıkları minimum ön ölçüm puanı 41 puan, son ölçüm puanı ise 133 puan, maksimum ön ölçüm puanı 81 puan, son ölçüm puanı ise 177 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının ortalamaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 61.7 iken, son ölçüm puanı 150 olarak belirlenmiştir. Ön ve son ölçüm puanlarının standart sapmaları ön ölçüm sonuçlarına bakıldığında 16.3 iken, son ölçüm standart sapması ise 19

olarak belirlenmiştir. İlgili literatür incelendiğinde, elektrik konularına yönelik bir çok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak problem durumuna benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bayrak, Kanlı ve İngeç (2007), 9. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri konusundaki akademik başarısında, simülasyon programı kullanılarak yapılan bilgisayar destekli fizik öğretiminin, laboratuvar destekli fizik öğretimine göre etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda; laboratuvar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi ile bilgisayar (simülasyon) destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi arasında anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Jaakkola ve Nurmi (2008), ilköğretim düzeyinde bilgisayar simülasyonlarını ve laboratuvar aktivitelerini birleştirerek, basit elektrik kavramlarının öğretimi üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarında, simülasyon-laboratuvar aktivitelerinin birleştirilerek öğretim yapılmasının istatiksel olarak daha iyi öğrenmeye yol açtığını, öğrencilerin kavramları daha iyi anlamasına yol açtığı tespit edilmiştir. Köklü (2009), elektrik konularının öğretiminde pedagojik-analojik modellerin öğrenci başarısına etkisinin araştırmıştır. Sonuç olarak pedagojik-analojik modellerle anlatılan grubun, klasik yöntemle anlatım yapılan gruba göre daha başarılı olduğu ve pedagojik-analojik modellerle anlatılan grubun lehine anlamlı farklılıklar olduğu sonucuna ulaşmıştır. Erdoğan (2019), araştırmasında bir grup 10. Sınıf öğrencisinin harmanlanmış öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak "Basınç" konusundaki ders başarıları ve Fizik dersi öz yeterlilik düzeyleri arasında farklılık, bununla birlikte ders başarıları ile öz yeterlilik düzeyleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı sorularına yanıt aramıştır. Analizler sonucunda harmanlanmış eğitim öncesi ve sonrasında örneklemde yer alan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı ve öz yeterlilik düzeyleri arasında farklılık, ayrıca başarı ve öz yeterlilik düzeyleri arasında da anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonuçlarına bakıldığında, elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularında argümantasyon temelli öğretimin ve sunuş yoluyla öğretimin öğrenciler arasında bilgiyi içselleştirme artış oranı bazında maksimum %44 olduğu görülmektedir. Bu sonuç ilgili alanyazın ile ilişkilendirildiğinde, klasik sunuş yoluyla öğretimin toplamda başarı artış oranını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Argümantasyon temelli öğretim yönteminin tek başına toplamda elektrik alan ve potansiyel konularında bilgiyi içselleştirme üzerine daha etkili olacağı öngörülmektedir.

5.1.8. Elektrik alanlar konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki

Elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ve sunuş yoluyla öğretim yöntemi uygulamaları arasında argümantasyon temelli öğretim yöntemi lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur (p <.021).

Problem durumuna yönelik sonuçlara bakıldığında, elektrik alanlar konusunun öğretiminde argümantasyon temelli öğretim yönteminin fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine olan etkisini olumlu yönde etkilediğini gösterir. Nicel analizlerin yanı sıra nitel analiz sonuçlarına bakıldığında ve ulaşılan kazanımlar incelendiğinde bu anlamlı farkı destekler nitelikte olduğu görülmektedir. İlgili literatür incelendiğinde argümantasyon temelli öğretimin, öğrencilerin problem çözme, üst düzey düşünme, yaratıcılık eleştirel düşünme, yansıtma ve ıraksak düşünme becerileri üzerine anlamlı fark yarattığı görülmektedir.

Aras (2018) çalışmasında ortaokul altıncı sınıf Sosyal Bilgiler dersinde üst düzey düşünme becerilerinin ve yaratıcı düşünmenin öğrenci başarısına etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonuçları doğrultusunda, ders öğretmeni ve öğrencileri ile yapılan görüşmeler de problem çözme, üst düzey düşünme, yaratıcılık eleştirel düşünme, yansıtma ve ıraksak düşünme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Kurt (2019), araştırmasında, fizik öğretmen adaylarının elektrik konusundaki metaforlarını ve metaforik algılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak metaforların soyut kavramları somutlaştırmada başarılı öğrenme araçları olduğunu tespit etmiştir. Kaçar ve Balım (2018), argümantasyona dayalı sorgulama yöntemine yönelik bir etkinliğin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliğini geliştirmişlerdir. Sonuç olarak öğrencilerin, seri bağlı devrelerde kavramlar arasındaki ilişkiyi anlamlı şekilde öğrendiklerini ortaya koymuşlardır.

Elektrik alanlar konuları 3 boyutlu materyal geliştirmeye açık ve uygundur. Araştırmanın amacına yönelik geliştirilen materyaller uygulaması kolay ve ulaşılabilir malzemeler ile geliştirilmiştir. Elektrik alanlar konusunda argümantasyon temelli öğretim yönteminin sunuş yoluyla öğretim yöntemine göre daha etkili olması, argümantasyon temelli öğretimin hem 2 boyutlu hemde 3 boyutlu materyallerle destekleyerek yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İlgili literatür bu sonuçları desteklemektedir.

5.1.9. Elektriksel potansiyel konusunda Argümantasyon Temelli Öğretim Yöntemi ve Sunuş Yoluyla Öğretim Yöntemi Uygulamaları Arasındaki İlişki

Elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ve sunuş yoluyla öğretim yöntemi uygulamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (p <.564).

Bu sonuç, bir önceki problem durumuna yönelik sonuçla çelişmektedir. EPSÖ'de, elektriksel potansiyel konularına yönelik hazırlanmış soruların niteliği, belirlenen kazanımlar, öğrencilerin bu konular üzerine önceden sahip oldukları kavram yanılgıları, konuya yönelik hazır bulunuşluk düzeyleri açısından zayıf olmaları buna sebep olmuş olabilir. Temelde anlamlı fark bulunmaması sonucunun, eğitimin yüz yüze yapılamaması nedeniyle etkin argümantasyonun oluşturulamaması, ayrıca elektriksel potansiyel kavramının skaler bir kavram olması nedeniyle argümantasyon temelli öğretim yaklaşımına uygun olmamasına bağlanabilir. Elde edilen bu bulguyu destekleyecek nitelikte herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Ancak argümantasyon temelli öğretimin laboratuvar etkinliklerinin üzerinde, öğrencilerin karar verme becerisini geliştirmesinde ve kavram yanılgılarının giderilmesinde önemli bir katkı sağladığına yönelik olarak aşağıdaki çalışma verilebilir.

Polat (2019), çalışmasında Argümantasyon Yöntemine Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimi, Mantıksal Düşünme Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi ve akademik başarıları üzerinde anlamlı etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Kardaş (2013), fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin karar verme, problem çözme ve argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda argümantasyon odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin karar verme becerisini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Fizik öğretmen adayları, uygulama süresince elektriksel potansiyel konularının soyut ve anlaşılması zor olduğunu, özellikle formüllerin ayrıntılı olduğunu ve çözümlemelerinde zorluk çektiklerini dile getirmişlerdir. Her ne kadar araştırmanın önceki problem durumlarına bakıldığında elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yönteminin başarı artış oranının, sunuş yoluyla öğretim yöntemi başarı artış oranından yüksek çıkmış olsa da, bu iki öğretim yöntemi arasında anlamlı bir fark gözlemlenememiştir.

5.1.10. Elektrik Alanlar ve Elektriksel Potansiyel Konularında Sunuş Yoluyla Öğretim ile Argümantasyon Temelli Öğretim Arasındaki İlişki

Elektrik alan ve elektriksel potansiyel konusunda argümantasyon temelli öğretim yöntemi ve sunuş yoluyla öğretim yöntemi uygulamaları arasında argümantasyon temelli öğretim yöntemi lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur (p <.043).

Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeğinden (EPSÖ) elde edilen veriler analiz edilirken, sunuş yoluyla öğretim ve argümantasyon temelli öğretim ile gerçekleştirilmiş olan elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularına yönelik uygulama sonrası aldıkları toplam puanlar Mann-Whitney U-ölçümü ile SPSS 22.0 programında analiz edilmiştir.

Yalçın (2019), ortaöğretim 9. sınıf fizik dersi Hareket ve Kuvvet ünitesinin Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımına dayalı öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve öğrencilerin fizik dersine yönelik motivasyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarında, uygulama öncesi deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin fizik dersindeki başarı seviyelerinin ve fizik dersine yönelik motivasyonlarının hemen hemen aynı olduğu bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarına ait son test başarı puanları karşılaştırıldığında ise, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu ortaya koymuştur. Demirel (2017), fen ve teknoloji dersinde argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, eleştirel düşünme becerileri, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenmeleri ve argümantasyon becerilerine etkisini incelemiştir. Öğrencilerinin güdülenmelerine ilişkin artırılmış gerçeklik teknolojisinin öğrencilerin içsel motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmış, argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının, argümantasyon yöntemi ve mevcut öğretim programı uygulamalarına göre öğrencilerin başarılarını ve güdülenmelerini artırmada daha etkili olduğunu, argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamaları ve argümantasyon yöntemi uygulamalarının tümdengelim yoluyla çıkarım yapma becerisini geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Elektrik alan konularının öğretiminin, argümantasyon temelli öğretim yöntemi ile gerçekleştirilmesi ve fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerine olan olumlu ve anlamlı yönde etkili olduğu görülmektedir.

5.2. Öneriler

Araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak ortaya çıkan sonuçlar, materyallerin geliştirilmesi sırasında ortaya çıkan durumlar ve uygulama sürecinde yaşanmış olan sorunlar ve deneyimler ışığında gelecekte yapılması planlanan çalışmalara rehberlik etmesi anlamında aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

1. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alanlar konularında sunuş yoluyla öğretimin bilgiyi içselleştirme düzeylerine olan etkililiğinin artırılması için diğer aktif öğrenme (probleme dayalı öğretim, 5E, tahmin-gözlem-açıklama vb.) yöntemleri ile desteklenebilir veya sunuş yoluyla öğretim yöntemi diğer aktif öğrenme yöntemleriyle birlikte uygulanabilir.
2. Argümantasyon temelli öğretim yönteminin araştırmada konuya yönelik 2 boyutlu ve 3 boyutlu argümantasyon materyalleriyle desteklenerek elektrik konularının öğretiminin gerçekleştirilmesi fizik öğretmen adaylarının bilgiyi içselleştirme düzeylerini olumlu yönde etkilediği belirlendiğinden dolayı 2 boyutlu ve 3 boyutlu materyallerin geliştirilip başka konulara entegre edilerek öğretiminin uygulanması ile farklı sonuçlar elde edilebilir ve literatüre katkı sağlayabilir.
3. Yapılan çalışmada elektrik alan ve potansiyel konularının argümantasyon temelli ve sunuş yoluyla öğretim arasında anlamlı bir fark çıktığı için etkin bir tartışma ortamı yaratılarak argümantasyon temelli öğretim yaklaşımı diğer konulara entegre edilebilir.
4. Araştırmanın ilk dört problem cümlelerinden elde edilen sonuçlara dayanılarak elektriksel potansiyel konusundaki bilgiyi içselleştirme düzeyindeki artış elektrik alan konusu ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu için elektrik alan konularının öğretimine yönelik daha etkin materyaller geliştirilebilir.
5. Araştırma sürecinde fizik öğretmen adayları online eğitim sırasında zorluk çektiklerini, konuya yönelik materyalleri ve bununla birlikte elektrik alan ve elektriksel potansiyel konularını anlamakta güçlük çektiklerini dile getirdiklerinden ve argümantasyon temelli öğretim yöntemi sırasında istenilen düzeyde etkin bir tartışma ortamı oluşturulamadığından dolayı, yaşanılan tecrübelere ve fizik öğretmen adaylarından gelen dönütlere dayanılarak konulara yönelik iki öğretim yönteminin yüz yüze uygulamalarının yapılmasının daha etkili sonuçlar yaratacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, Ö., Tola, Z., Karaçam, S., & Bilgin, A. (2016). Argümantasyon destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına, bilimsel düşünme becerilerine ve bilimin doğası anlayışlarına olan etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16(3).*

Aldağ, H. (2006). Toulmin tartışma modeli. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(1), 13-34.*

Alkan, C. (1983). *Eğitim Felsefesi*, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi

Altun, E. (2010). *Işık ünitesinin ilköğretim öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Altuntaş, G. (2013). *Ortaöğretim Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram İmajları* (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Aras, K. (2018). *Ortaokul 6. sınıf sosyal bilgiler dersinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının üst düzey düşünme becerilerine ve yaratıcılık düzeyine etkisi.* (Yüksek lisans tezi), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Arı A. (2013). Bilişsel alan sınıflamasında yenilenmiş Bloom, Solo, Fink, Dettmer taksonomileri ve uluslararası alanda tanınma durumları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 6(2), 259-290*

Arı A. ve Gökler Z. S. (2011). İlköğretim fen ve teknoloji dersi kazanımları ve sbs sorularının yeni bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde*

Arı, A. (2011). Bloom'un gözden geçirilmiş bilişsel alan taksonomisinin Türkiye'de ve uluslararası alanda kabul görme durumu. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 11(2), 749-772.*

Arık, M., & Akçay, B. (2017). *Argümantasyon tabanlı öğrenme*. Pegem Atıf İndeksi, 177-191.

Arslan, A. (2005). *Felsefeye Giriş*. Ankara: Vadi Yayınları

Asmaz, A. (2019). *John Dewey'in ilerlemeci eğitim felsefesine dayanan öğrenci merkezli eğitimin öğrencilerin Türkçe dersindeki akademik başarısına etkisi.* (Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi).

Atasoy, B. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Asil Yayıncılık, 2. baskı, Ankara

Aydın, B. (2016). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına deneylerle zenginleştirilmiş gösteri yönteminin etkisi* (Doctoral dissertation, Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri).

Aydın, N., & Yılmaz, A. (2010). Yapılandırıcı yaklaşımın öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(39), 57-68.*

Aykutlu, I., & Şen, A. İ. (2012). Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim, 37(166).*

Bağcı Kılıç, G. (2006). *İlköğretim Bilim Öğretimi.* Morpa Kültür Yayınları

Baran, T. (2013). *Probleme dayalı öğrenme ile sunuş yoluyla öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin bilişsel öğrenme düzeyleri açısından karşılaştırılması.* (Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Bayrak, B., Kanli, U., & Ingec, S. K. (2007). To Compare the Effects of Computer Based Learning and the Laboratory Based Learning on Students' Achievement Regarding Electric Circuits. *Online Submission, 6(1).*

Bayrak, E. N. (2019). *Fen-edebiyat ve eğitim fakültesi öğrencilerinin eğitim felsefesi inançları (Sakarya Üniversitesi örneği).* (Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi).

Beichner, R. J., & Serway, R. A. (2000). *Physics for Scientists and Engineers.* Saunders College.

Beyreli, L., & Sönmez, H. (2017). Bloom taksonomisi ve yenilenmiş Bloom taksonomisi ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmaların odaklandığı araştırma konuları. *International Journal of Languages' Education and Teaching, 5(2), 213-229.*

Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi* (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Billig, M. (1987). *Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology.* Cambridge: Cambridge University Press

Bloom, B. S., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of education objectives: Handbook I, the cognitive domain.* New York: David McKAY Company, INC.

Bloom, Benjamin (1974). *Taxonomy Of Educational Objectives (The Classification Of Educational Goals). Handbook I: Cognitive Domain.* Newyork: David McKay Company

Boran, G. H. (2014). *Argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimin doğasına ilişkin görüşler ve epistemolojik inançlar üzerine etkisi.* Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education, 92(3), 473-498.*

Budak, S. (2003). *Psikoloji Sözlüğü* (2. Basım), Ankara: Bilim ve Sanat Yayınları.

Büyükalan, F. S. (2004). *Öğretmenler için soru sorma sanatı.* Ankara: Asil Yayın Dağıtım

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* (22. Baskı)

Ceğer, B. (2018). *Öğrencilerin model oluşturmasına ilişkin, fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini etkileyen faktörlerin araştırılması* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Choorapanthiyil, M. J. (2007). *How international teaching assistants conceptualize teaching higher order thinking: A grounded theory approach* (Doctoral dissertation, Indiana State University).

Cin, M. (2018). *Yenilikçi fen deneyleriyle sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, epistemolojik inançlarına ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisi.* (Doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics, 51(5), 407-412.*

Çakır, N. (2013). *Üniversite eğitiminin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine etkisi.* (Doktora tezi), Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çalışkan, T. (2020). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen öğrenme anlayışlarına, fen öğrenme yaklaşımlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çepni, S. (2014). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi.* Pegem Akademi.

Çıldır, I. (2009). *Elektrik akımı konusunun öğretiminde analojilerin kullanılması ve farklı değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırılması* (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye).

Çınar, D. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının üst düzey düşünme becerilerine etkisi.* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çiftçi, A. (2016). *5., 6. ve 7. sınıflarda fen derslerinde argümantasyon kalitesinin incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çoban, A. (2018). *Probleme dayalı öğretim (pdö) yönteminin kuantum fiziği 'klasik fiziğin yetersizlikleri' konusunun öğretimi üzerine etkilerinin araştırılması.* Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Dalaklıoğlu, S. (2015). *On birinci sınıf öğrencilerinin enerji ve momentum konuları ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi* (Master's thesis). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Demirel, Ö. (2010). *Eğitimde program geliştirme* (12.baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Demirel, R. (2016). Argümantasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlama ve tartışma istekliliklerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24(3), 1087-1108.*

Demirel, T. (2017). *Argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı, eleştirel düşünme becerisi, fen ve teknoloji dersine yönelik*

güdülenme ve argümantasyon becerisi üzerindeki etkisinin incelenmesi. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Demirezen, S. (2010). *Elektrik devreleri konusunda 7E modelinin öğrencilerin başarı, bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, kavramsal başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkisi.* Unpublished Ph. D. thesis. Ankara: Gazi Üniversitesi.

Demiroğlu, D. (2013). *Matematik ve Fizik Alan Eğitimi Lisans ve Lisansüstü Programlarında Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları ve Ders içi Uygulamalar* (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi.* (Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education, 84(3), 287-312.*

Duran, M. (2014). A*raştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının maddenin tanecikli yapısı ünitesi kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education, 38 (2002) 39-72.*

Emrahoğlu, N., & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanılgılarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(1), 165-180.*

Enginer, E. (2004). *Öğretimi Planlama, Uygulama ve Değerlendirme.* Ankara: Öğreti Yayınları.

Erdoğan, F.A. (2018*). İlköğretim 7. sınıf merkezi eğilim ölçüleri konusunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi.* (Yüksek lisans tezi), Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Erdoğan, N. (2019). *Lise öğrencilerinin fizik dersinde harmanlanmış ve geleneksel öğretim yöntemine göre akademik başarılarının ve öz yeterlilik düzeylerinin değerlendirilmesi.* (Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Erdoğdu, S. (2011). *Elektrik konularının 5E Modeli'ne göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi* (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education, 88(6), 915-933.*

Eren, S. (2016). *1997-2013 yılları arasında üniversite seçme ve yerleştirme sınavlarında sorulan limit sorularının bloom taksonomisine göre analizi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının bilişsel düzeylerinin belirlenmesi.* (Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi).

Ergün, M. (2009). *Eğitim Felsefesi [Education Philosophy].* Ankara: Pegem Akademi.

Fredette, N., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The physics teacher, 18(3), 194-198.*

Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Education research, an introduction.* New York: Longman Publishers.

Glesne, C. (2012). Çeviren: Ersoy, A. ve Yalçınoğlu, P. *Nitel Araştırmaya Giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Gülbaş, E. (2019). *Modelleme Tabanlı Argümantasyonun Öğrencilerin Bilimin Doğasını Kavramalarına Etkisi.* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gülseven, E. (2020). *Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Hakyolu, H. (2010). *Farklı öğrenme seviyelerindeki öğrencilerin fen derslerinde oluşturulan argüman ortamlarındaki performansları.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hammer, D. (2000). Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics, 68(S1), S52-S59.*

Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning, 24(4), 271-283.*

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. *Argumentation in science education, 3-27.*

Kaçar, S., & Balım, A. G. (2018). An Activity Related to the Use of Argumentation-Driven Inquiry Methods in Electricity Energy Topic. *Journal of Inquiry Based Activities, 8(2), 127-149.*

Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi.* Ankara: MEB Yayınları.

Kardaş, N. (2013). *Fen Eğitiminde Argümantasyon Odaklı Öğretimin Öğrencilerin Karar Verme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Kaya, O. N., Kılıç, Z., (2008a). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayı 3, 89-100.*

Kaya, O. N., Kılıç, Z., (2008b). Development of elementary school students' argumentativeness in science courses. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, Vol. 9, No. 1, 87-95.*

Kaygısız, İ. (1997). Eğitim felsefesi ve Türk eğitim sisteminin felsefi temelleri. *Eğitim ve Yaşam, 8, (5-15).*

Kelly, G. J., Druker, S., & Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education, 20(7), 849-871.*

Knight, A. M., & McNeill, K. L. (2011). The relationship between teachers' pedagogical content knowledge and beliefs of scientific argumentation on classroom practice. *In annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Orlando, FL.*

Koç, S. (2012). *Fizik Öğretmen Adaylarının Kuantum Mekaniği ile İlgili Kavramsal Anlama Düzeylerinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Köklü, N. (2009). *Elektrik konularının öğretiminde pedagojik-analojik modellerin öğrenci başarısına etkisi* (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kömürcü, S. (2010). *Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim gören 6. sınıf öğrencilerinin yaşamınızdaki elektrik ünitesiyle ilgili düşüncelerini içeren nitel bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi).

Kuhn, D. (1992). Thinking as Argument. *Harvard Educational Review, 62, 155–178*

Kurt, H. S. (2019). *Fizik Öğretmeni Adaylarının Elektrik Konusundaki Metaforları ve Metaforik Algıları.* (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Kurt, İ. (2016). *Eğitim felsefesinin mahiyeti, fonksiyonu ve geleceğine ilişkin bir inceleme.* (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi).

Kutluer, M. (2020). *Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının 8. Sınıf Öğrencilerinde Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları Konusundaki Başarılarına ve Argümantasyon Seviyelerine Etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Madanoğlu, N. (2015). *9. sınıf öğrencilerinin iş ve enerji konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Martin, D. J. (1997) *Elemantary Science Methods A Constructivist Approach.* Delmar Publishers

McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics, 67(9), 755-767. doi:10.1119/1.19122*

McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992a). 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.*

Meral, Y. D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin eğitim felsefesi görüşleri ve öğretme-öğrenme anlayışlarının yapılandırmacı öğrenme ortamı düzenleme becerilerine etkisi.* (Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi).

Mısır, N. (2009). *Elektrostatik ve elektrik akımı ünitelerinde TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanması ve etkililiğinin incelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook.* 3rd. ed: Thousand Oaks, CA: Sage.

Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı.* Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.

Mulhall, P., McKittrick, B., & Gunstone, R. (2001). A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity. *Research in Science Education, 31(4), 575-587.*

Munk-Jakobsen, N. (2018). *Lisans Öğrencilerinin Parçacık Fiziği Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Murphy, E. (1997). Constructivism from philosophy to practice: Characteristics of constructivist learning and teaching.

Narin, N., & Aybek, B. (2010). İlköğretim ikinci kademe sosyal bilgiler öğretmenlerinin eleştirel düşünme becerilerinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(1), 336-350.*

Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of science education, 21(5), 553-576.*

Oğuz A. (2008). *Yapılandırmacılık. Öğretim İlke ve Yöntemleri.* Ankara: Maya Akademi Yayınları, s.368–404.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching, 41(10), 994-1020.*

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, evidence and argument in science.* London: Nuffield Foundation.

Öğreten, B., & Uluçınar-Sağır, Ş. (2014). Argümantasyona dayalı fen öğretiminin etkililiğinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 11(1), 75-100.*

Önder, N. (2011). *Kavramsal metinlere dayalı tartışma yönteminin öğrencilerin elektriksel potansiyel enerji ve elektriksel potansiyel konularındaki başarılarına etkisi: Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi ikinci sınıf öğrencileri örneği.* (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özcan S. ve Oluk S. (2007). İlköğretim fen bilgisi derslerinde kullanılan soruların Piaget ve Bloom taksonomisine göre analizi. *Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 8, 61-68.*

Özcan, R., Aktamış, H., & Hiğde, E. (2018). Fen bilimleri derslerinde kullanılan argümantasyon düzeyinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 43(43), 93-106.*

Özden, Y. (1998). *Eğitimde Dönüşüm.* Pegem Yayınları. Ankara.

Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.

Öztürk, H. (1992). *Eğitim felsefesi.* Konya: Arı Ofset Matbaacılık

Padilla, M., J. (1990). The Science Process Skills. *Research Matters - To The Science Teacher, No.9004 March 1, 1990.* National Association For Research in Science Teaching.

Polat, H. (2019). *Argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi, mantıksal düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi.* Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Salar, R. (2011). *Öğretmen adaylarının elektrik devreleri ile ilgili kavram yapılarının repertuar çizelge ve kavram haritasıyla belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Senemoğlu, N. (1997). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim.* Ankara: Spot Matbaası.

Shaffer, P. S., & McDermott, L. C. (1992b). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. *American Journal of Physics, 60(11), 1003-1013.*

Sinan, O. (2007). Fen bilgisi öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili kavramsal anlama düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 1(1), 1-22.*

Sözer, E. (2004). *Eğitimin Felsefi Temelleri İçinde Öğretmenlik Mesleğine Giriş*. (s. 89). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Şengüleç, Ö. A., Bahçivan, E., & Azar, A. (2017). Argümantasyonun Elektrikteki Kavramsal Anlama Üzerine Etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, 5(2).*

Tandoğan, R. O., & Orhan, A. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Online Submission, 3(1), 71-81.*

Tezel, Ö., & Yılmaz, G. (2017). Türkiye'de Argümantasyona Dayalı Fen Bilimleri Öğretimi Çalışmalarından Bir Derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi (Journal of Research in Education and Teaching), 6(1), 14*

Toksoy, S.A. (2018). *Ortaöğretim 9., 10. ve 11. sınıf kimya yazılı sınav sorularının Bloom Taksonomisi'ne göre analizi.* (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi).

Tola, Z. (2016). *Argümantasyon öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesine yönelik kavramsal anlama, bilimsel düşünme ve bilimin doğası anlayışlarına etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi) Fen Bilimleri Enstitüsü.

Torun, F. (2015). Investigation of the Relationship Between Argumentation Level and Decision Making Skills of Secondary School Students. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. (1-20)*

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument.* Cambridge: Cambridge University Press.

Tuncel, G. (2004). Öğretmenlerin Kendi Eğitim Felsefelerini İnşa Etmeleri Üzerine. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi (10), 225-228.*

Tutkun, Ö. F., & Okay, S. (2012). Bloom'un yenilenmiş taksonomisi üzerine genel bir bakış. *Sakarya University Journal of Education, 1(3), 14-22.*

Tutkun, Ö. F., Demirtaş, Z., Arslan S. ve Gür Erdoğan, D. (2015). Revize Bloom taksonomisinin genel yapısı: gerekçeler ve değişiklikler. *International Journal of Social Science Doi number: http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2684 32(III) p. 57-62.*

Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2011). Kimya Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Odaklı Öğretim Konusunda Anlayışlarının Geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 8, 105-119.*

Türkoğuz, S., & Cin, M. (2013). Argümantasyona Dayalı Kavram Karikatürü Etkinliklerinin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (35), 155-173.*

Tüzün, Ü. N. (2016). *Bilim eğitiminde lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi yoluyla eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi* (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Ulu, C., & Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: Yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 37(37), 61-75.*

Urhan, G. (2016). *Argümantasyon tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencilerin argüman kalitelerinin ve informal akıl yürütme becerilerinin incelenmesi.* (Unpublished doctoral dissertation). Gazi University, Ankara.

Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Vatansever, O. (2006). *Effectiveness of conceptual change instruction on overcoming students' misconceptions of electric field, electric potential and electric potential energy at tenth grade level* (Master's thesis). METU.

Wieman, C., & Perkins, K. (2005). Transforming physics education. *Physics today, 58(11), 36.*

Wiles, J. (1999). *Curriculum Essentials*. Boston: Allyn And Bacon.

Yalçın, G. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının 9. sınıf fizik dersinde öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi.* Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yener, D. (2010). *Fizik laboratuvarlarında performans değerlendirmesine yönelik yeniden düzenlenen deney föylerinin etkililiğinin değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yıldırım, Z. (2018). *Fiziksel Aktivite Temelli Oyunlar ile Bilgisayar Oyunlarının 9.sınıf öğrencilerinin Fizik (Kuvvet, Newton'un Hareket Yasaları ve Sürtünme Kuvveti) Başarısı ve Bilimsel Süreç Becerileri Düzeylerine Etkisinin Karşılaştırılması.* (Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi)

Yılmaz, R.C. (2019). *Matematik eğitiminde problem kurma yaklaşımına dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarısına etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Yiğit, N., & Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi elektrik devreleri örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(3).*

Zacharia, Z. C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning, 23(2), 120-132.*

EKLER

EK 1. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	İldahan Özdeyiş ÇOLAK		
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Fizik Öğretmenliği		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm	Yıl
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı	2018
Tez Başlığı	Elektrik Alan ve Potansiyel Konularının Argümantasyon Temelli Öğretimin Bilgiyi İçselleştirme Üzerine Etkisi		
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Mustafa EROL		

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.

1) Erol, M., & Çolak, İ. Ö. (2018). Magnetically driven oscillator and resonance: a teaching tool. *Physics Education*, *53*(3), 035027.
2) Erol, M., & Çolak, İ. Ö. (2020). Mathematical modelling of electrical potential difference in a non-uniform electric field. *Momentum: Physics Education Journal*, 64-72.
3) Çolak, İ. Ö., & Erol, M. (2020). Realization of Polarization and Malus's Law Using The Smartphones. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, *16*(1), 9-13.
4) Erol, M., & Çolak, İ. Ö. (2021). Resolution of electric field distribution and conductivity in a non-uniform electric field: A teaching proposal. *Momentum: Physics Education Journal*, 1-9.

Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler

Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller

EK 2. Uygulama Etik İzin Formu

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi

BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ
E-İmzalıdır

Sayı : 85316909-399.99-E.11613 03/02/2020
Konu : Tez Uygulaması

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : a) 09.01.2020 tarih ve 77 sayılı,
b) 06.01.2020 tarih ve 30 sayılı yazılarımız.

İlgi yazılarda isimleri geçen Gülbin ALTINDAĞ ve İldahan ÖZDEYİŞ ÇOLAK isimli Yüksek Lisans öğrencilerinizin tez uygulama talepleri dersleri aksatmamak ve uygulamayı kendilerinin 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 İçin İrtibat: Sevgi TİFTİK
Dahili:
E-Posta: sevgi.tiftik@deu.edu.tr
İzmir öncülerin şehri
Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa gore Prof.Dr. Ercan AKPINAR tarafından 03.02.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.
Evrağınızı http://dogrulama.deu.edu.tr linkinden 7F60330FX6 kodu ile dogrulayabilirsiniz.

EK 3. İşlem Zaman Çizelgesi

	2019											
Aylar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Çalışma konusunun belirlenmesi												
Argümantasyon materyallerinin geliştirilmesi ve hazırlanması												
Alanyazın taraması												
Kazanımların yazılması												
Bilginin içselleştirilme ölçeğinin geliştirilmesi												

	2020												2021					
Aylar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Tezin 1, 2, 3 ve 4. Bölümlerinin yazımı																		
Argümantasyon temelli öğretim uygulaması					PANDEMİ SÜRECİ													
İstatistik hesapların yapılması																		
Tezin 5.bölümünün yazılması																		
Tez savunması ve basımı																		

EK 4. Kazanımlar ve Belirtke Tablosu

ELEKTRİK ALANLAR

Bilgi

a) Kavramlar Bilgisi

Hedef–1: Elektrik alanlar ile ilgili kavramlar bilgisi

Kazanımlar:

1. Artı ve eksi yükleri tanımlar
2. Elektriksel kuvveti tanımlar
3. İtme ve çekme kuvvetlerini tanımlar
4. Yalıtkanları tanımlar
5. İletkenleri tanımlar
6. Kutuplanmayı tanımlar
7. Yalıtkanlarda ve iletkenlerde yük dağılımını tanımlar
8. Coulomb kanununu tanımlar
9. Coulomb sabitini tanımlar
10. Elektriksel geçirgenliği tanımlar
11. Elektrik alanı tanımlar
12. Elektrik alan vektörünü tanımlar
13. Noktasal yükü tanımlar
14. Bir noktada oluşan elektrik alanı tanımlar
15. İki noktasal yükün oluşturduğu elektrik alanı tanımlar
16. Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanı tanımlar
17. Hacimce, yüzeysel ve çizgisel yük yoğunluğunu tanımlar
18. Elektrik alan çizgilerini tanımlar
19. Pozitif yüklerin oluşturduğu elektrik alan çizgilerini tanımlar
20. Negatif yüklerin oluşturduğu elektrik alan çizgilerini tanımlar
21. Elektrik alan çizgilerinin çizim kurallarını tanımlar
22. Yüke etkiyen kuvveti tanımlar

b) Olgular Bilgisi

Hedef–2: Elektrik alanlar ile ilgili olgular bilgisi

Kazanımlar:

1. Elektriksel yüklenme sonucu artı ve eksi olmak üzere iki çeşit elektrik yükün oluştuğunu söyler

2. Artı ve eksi yüklerin arasındaki kuvvetlerin itme ve çekme kuvvetleri olduğunu ve bu kuvvetlerin özelliklerini söyler

3. İletkenlerin ve yalıtkanların elektriksel özelliklerini söyler

4. Sürtünme ile elektriklenmenin özelliklerini söyler

5. Yüklü, durgun iki parçacık arasında oluşan elektriksel kuvveti söyler

6. Elektriksel kuvvetin vektörel bir nicelik olduğunu belirtir

7. Aralarında r uzaklığı olan iki noktasal yükün oluşturduğu elektrik kuvveti ve doğrultusunu söyler

8. İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel kuvvet yüklerin çeşidine göre vektörel olarak gösterir.

9. Yüklerden herhangi biri üzerine etkiyen bileşke kuvvetin, diğer yüklerin oluşturduğu kuvvetin toplamına eşit olduğunu söyler

10. Elektrik alanın vektörel bir nicelik olduğunu söyler

11. Bir yük üzerinde oluşan elektrik alanı söyler

12. Birden fazla yükün oluşturduğu toplam elektrik alanın bütün yüklerin elektrik alanlarının vektörel toplamına eşit olduğunu söyler

13. Sürekli bir yük dağılımın bir noktada oluşturduğu elektrik alanı söyler

14. Pozitif veya negatif bir yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu gösterir

15. İki noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterir

16. Bir iletken levha üzerinde oluşan sürekli yük dağılımını şekil üzerinde gösterir

c) İlkeler Bilgisi

Hedef–3: Elektrik alan ile ilgili ilkeler bilgisi

Kazanımlar:

1. Elektriksel kuvveti tanımlar ve Coulomb yasasını yazar

2. Birden fazla yükün oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazar

3. Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanın denklemini yazar
4. Hacimce, yüzeyce ve çizgisel yük yoğunluğu denklemini yazar

Kavrama

a) Dönüştürme

Hedef–4: Elektrik alan ile ilgili sözlü verileri matematiksel formüllere dönüştürme

Kazanımlar:

1. Coulomb yasası denkleminden elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir
2. İntegral kavramından sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir.
3. Diferansiyel kavramından hacimde, yüzeyce ve çizgisel yük yoğunluğu denklemini geliştirir
4. İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel kuvveti yüklerin çeşidine göre yön ve doğrultu olarak gösterir

b) Yorumlama

Hedef–5: Elektrik alan ile ilgili sözlü verileri yorumlama

Kazanımlar:

1. Pozitif bir yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu öngörür
2. Negatif bir yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu öngörür
3. İki farklı veya aynı çeşit yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu öngörür
4. İki farklı veya aynı çeşit yükün birbiri üzerinde uyguladığı kuvveti açıklar
5. Maddeleri elektriksel iletim özelliklerine göre yorumlar
6. Yüklerdeki kutuplanma olayını yorumlar
7. İki parçacık arasındaki elektrik kuvvetinin oluşturduğu büyüklüğü boyut analizi yaparak yorumlar
8. Yük topluluğunun oluşturduğu elektrik alan ile sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar

9. Elektrik alan çizgi sayısını ve elektrik alan büyüklüğünü elektrik alan şiddeti üzerinden açıklar

Hedef-6: Elektrik alan ile ilgili matematiksel verileri yorumlama

Kazanımlar:

1. Elektriksel kuvvet ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
2. Elektriksel kuvvet ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklar
3. Elektrik alan ile elektriksel kuvvet arasındaki ilişkiyi açıklar
4. Elektrik alan ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
5. Elektrik alan ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklar
6. Hacimce yük yoğunluğunun hacim ve yük arasındaki ilişkiyi açıklar
7. Yüzeyce yük yoğunluğunun yüzey alanı ve yük arasındaki ilişkiyi açıklar
8. Çizgisel yük yoğunluğunun alan ve yük arasındaki ilişkiyi açıklar
9. Yük yoğunluğunun diferansiyel kavramı ile ilişkisini açıklar
10. Yük miktarı ile elektrik alan çizgileri arasındaki ilişkiyi açıklar

Hedef-7: Elektrik alan ile ilgili şema ve grafikleri yorumlama

Kazanımlar:

1. İki nokta yükün birbirine uyguladığı elektriksel kuvveti yükün çeşidine göre şekil üzerinden gösterebilir
2. İki yüklü kürenin birbirlerine uyguladığı elektriksel kuvveti ve yük dağılımını şekil üzerinde gösterir
3. Bir negatif yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini şekil üzerinden gösterir
4. Bir pozitif yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini şekil üzerinden gösterir
5. Eşit ve zıt iki nokta yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini şekil üzerinden gösterir
6. İki pozitif yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini şekil üzerinden gösterir
7. İki farklı yük miktarına sahip yüklerin oluşturduğu elektrik alanı şekil üzerinden gösterir

c) Öteleme

Hedef-8: Elektrik alan ile ilgili yöntemleri ve yapıları açıklar

Kazanımlar:

1. Sürtünme ile yüklemeye örnekler verir
2. İletken ve yalıtkanları örneklendirir
3. İki yükün arasındaki elektriksel kuvveti yük çeşitlerine göre örneklendirir
4. İki yükün arasındaki elektriksel kuvveti yük miktarına göre örneklendirir
5. İki yükün arasında oluşan elektrik alan çizgilerini yük çeşitlerine göre örneklendirir
6. İki yükün arasında oluşan elektrik alan çizgilerini yük miktarına göre örneklendirir

Uygulama

Hedef-9: Elektrik alan ile ilgili matematik problemleri çözme

Kazanımlar:

1. Coulomb sabitini, yük miktarını ve uzaklığı kullanarak elektriksel kuvvetin büyüklüğünü hesaplar
2. Coulomb sabitini, yük miktarını ve uzaklığı kullanarak elektrik alan büyüklüğünü hesaplar
3. Limit ve integral ifadesini kullanarak sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü hesaplar
4. İki yükün yük oranlarını yüklerin sahip olduğu elektrik alan çizgileri üzerinden hesaplar
5. İntegral ifadesini kullanarak sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü hesaplar
6. Elektrik alan çizgilerini açıklar, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterir

Analiz

Hedef-10: Elektrik alan ile ilgili öğeler arasındaki ilişkiyi değerlendirme

Kazanımlar:

1. İletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkı ayırt eder

2. Elektriksel kuvvet ve elektrik alan büyüklüklerini karşılaştırır
3. Bir noktada oluşan elektrik alan ile sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan arasındaki farkı ayırt eder
4. Bir noktada oluşan elektrik alan ile iki yük arasında oluşan elektrik alan arasındaki farkı ayırt eder
5. Hacimce, yüzeyce ve çizgisel yük dağılımlarının arasındaki farkı ayırt eder
6. Elektriksel kuvvet ile Coulomb sabiti arasındaki ilişkiyi açıklar

Sentez

Hedef-11: Elektrik alan ile ilgili parçalardan yeni bir yapı oluşturma

Kazanımlar:

1. İtme ve çekme kuvvetlerini günlük hayatta karşılaştığı olaylar üzerinden açıklar
2. Sürtünme ile yüklemeye günlük hayattan örnekler vererek açıklar
3. Yüklerin oluşturduğu elektriksel kuvvetten yararlanarak elektrik alan büyüklüğünü farklı problem durumlarında çözer
4. Elektrik alan çizgilerini elektrik alan şiddeti üzerinden açıklar
5. Yüklerin oluşturduğu bileşke kuvveti farklı problem durumlarında çözümler
6. Topraklanmayı yorumlar, yalıtkanlarda ve iletkenlerdeki topraklamayı açıklar ve aralarındaki farkı ayırt eder.
7. Newton un 3. Yasasından ve Coulomb yasalarından elektrik alan içinde yüklü bir parçacığın hareketini yükün cinsine göre açıklar

Değerlendirme

Hedef-12: Elektrik alan ile ilgili bir ölçüte dayalı yargıda bulunabilme

Kazanımlar:

1. Nokta yükler ve parçacıklar için iki yük arasındaki kuvveti veya uzaklığı bulurken Coulomb yasasının kullanılıp kullanılamayacağına karar verir
2. İki veya daha fazla yükün oluşturduğu elektrik alanı bulurken integral ifadesinin kullanılıp kullanılamayacağına karar verir
3. Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanı bulurken yük elemanlarının nerede kullanıp kullanılamayacağına karar verir

4. Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanı bulurken limit ve integral ifadelerinin nerede kullanıp kullanılamayacağına karar verir
5. İki yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini belirlerken yükün çeşidine göre elektrik alan çizgilerinin başlangıç ve bitiş noktalarına karar verir
6. Elektrik alan denklemini yazar ve vektörel bir nicelik olduğunu belirtir

ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

Bilgi

a) Kavramlar Bilgisi

Hedef–1: Elektriksel potansiyel ile ilgili kavramlar bilgisi

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerjiyi tanımlar
2. Elektriksel potansiyeli tanımlar
3. Potansiyel farkı tanımlar
4. Elektriksel potansiyel farkı tanımlar
5. Düzgün elektrik alanı tanımlar
6. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkı tanımlar
7. Elektriksel potansiyel enerjiyi tanımlar
8. Eş potansiyel yüzeyleri tanımlar
9. Noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel enerjiyi tanımlar
10. Bir nokta yükün oluşturduğu elektriksel potansiyeli tanımlar
11. Birçok nokta yükün oluşturduğu elektriksel potansiyeli tanımlar
12. İki yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel enerjiyi tanımlar
13. Elektrik alan ifadesinden elektriksel potansiyel ifadesini tanımlar
14. Sürekli yük dağılımını tanımlar
15. Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyeli tanımlar
16. Yüklü bir iletkeni tanımlar
17. Yüklü bir iletkenin potansiyelini tanımlar
18. Elektrostatik uygulamalarını tanımlar
19. İletken bir cisim üzerindeki fazla yüklerin yüzeyde düzgün olarak dağıldığını söyler

b) Olgular Bilgisi

Hedef–2: Elektriksel potansiyel ile ilgili olgular bilgisi

Kazanımlar:

1. Elektriksel potansiyelin yoldan bağımsız olduğunu söyler

2. Düzgün bir elektrik alana dik olan düzlem üzerindeki bütün noktaların aynı potansiyelde olduğunu söyler

3. Aynı potansiyele sahip olan noktaların sürekli dağılımlarının oluşturduğu herhangi bir yüzeyin eş potansiyel yüzey olduğunu söyler

4. r yarıçaplı bir küresel yüzey üzerindeki potansiyelin sabit olduğunu söyler

5. Rastgele biçimde pozitif yüklenen ve elektrostatik dengede olan bir iletkenin içinde elektrik alanın sıfır olduğunu söyler

6. Rastgele biçimde pozitif yüklenen elektrostatik dengede bir iletkenin hemen dışındaki elektrik alanın, iletken yüzeyine dik olduğunu söyler

7. Rastgele biçimde pozitif yüklenen elektrostatik dengede bir iletkenin içindeki potansiyelin sabit olduğunu söyler

8. r yarıçaplı iletken bir küre üzerindeki fazla yüklerin yüzeyde düzgün olarak dağıldığını söyler

c) İlkeler Bilgisi

Hedef–3: Elektriksel potansiyel ile ilgili ilkeler bilgisi

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerjideki değişim denklemini yazar

2. Elektriksel potansiyel fark denklemini yazar

3. İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel fark denklemini yazar

4. Bir nokta yükün elektriksel potansiyelini yazar

5. Birçok nokta yükün elektriksel potansiyelini yazar

6. İki yükün elektriksel potansiyel enerji denklemini yazar

7. Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazar

8. Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark denklemini yazar

Kavrama

a) Dönüştürme

Hedef–4: Elektriksel potansiyel ile ilgili sözlü verileri matematiksel formüllere dönüştürme

Kazanımlar:

1. İntegral ifadesinden düzgün bir elektrik alanındaki potansiyel farkı denklemini eşitlik ifadesini geliştirir
2. Elektrik alan ifadesinden potansiyel fark denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir
3. Potansiyel farkı ve elektrik alan denklemlerinden noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel farkı denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir
4. Elektriksel potansiyel denkleminden bir nokta yükün potansiyeli denklemini geliştirir
5. Elektrik alan denkleminden elektriksel potansiyel denklemini geliştirir
6. İntegral ifadesi ile bir nokta yükün potansiyelinden sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini geliştirir
7. Bir iletkenin elektriksel potansiyel denklemini geliştirir

b) Yorumlama

Hedef–5: Elektriksel potansiyel ile ilgili sözlü verileri yorumlama

Kazanımlar:

1. Çizgi integraliyle potansiyel fark hesabının yoldan bağımsız olacağını yorumlar
2. Potansiyel farkın potansiyel enerji ile doğru orantılı olacağını yorumlar
3. Düzgün bir elektrik alanda bir yükün bir noktan bir noktaya götürülmesi için yapılan işin yoldan bağımsız olduğunu yorumlar
4. Düzgün bir elektrik alana dik olan düzlem üzerindeki bütün noktaların aynı potansiyelde olacağını öngörür
5. Herhangi iki nokta arasındaki potansiyel farkı, yalnızca ışınsal koordinatlara bağlı olduğunu yorumlar
6. Elektrostatik dengedeki bir iletkenin içinde elektrik alanın sıfır olacağını yorumlar
7. Elektrostatik dengedeki bir iletkenin potansiyel farkının sıfır olacağını öngörür

8. Bir yükün bütün yollar boyunca bir noktadan bir noktaya götürmek için yapılan işin aynı olduğunu ve yoldan bağımsız olduğunu açıklar

Hedef-6: Elektriksel potansiyel ile ilgili matematiksel verileri yorumlama

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerji değişimi ile elektrik alan ve yük arasındaki ilişkiyi açıklar
2. Potansiyel farkı ile potansiyel enerji arasındaki ilişkiyi açıklar
3. Potansiyel farkı ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
4. Potansiyel farkı ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar
5. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar
6. Noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel fark ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
7. Bir nokta yükün potansiyeli ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
8. Bir nokta yükün potansiyeli ile uzaklık arasındaki ilişkiyi açıklar
9. Birden fazla nokta yükün potansiyeli ile yük arasındaki ilişkiyi açıklar
10. Elektriksel alan ile elektriksel potansiyel arasındaki ilişkiyi açıklar
11. Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel ile yük arasındaki ilişki açıklar
12. Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel ile uzaklık arasındaki ilişki açıklar

Hedef-7: Elektriksel potansiyel ile ilgili şema ve grafikleri yorumlama

Kazanımlar:

1. Düzgün bir elektrik alan içindeki yüklü bir parçacığın yer değiştirmesini şekil üzerinden gösterir
2. Herhangi iki parçacığın oluşturduğu eş potansiyel yüzeyleri şekil üzerinden gösterir

Uygulama

Hedef-9: Elektriksel potansiyel ile ilgili matematik problemleri çözme

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerjideki değişimi elektrik alan büyüklüğü ve yük miktarını kullanarak hesaplar

2. Elektriksel potansiyeli elektrik alan büyüklüğünü kullanarak hesaplar

3. Düzgün bir elektrik alandaki elektriksel potansiyel farkı elektrik alan büyüklüğü ve uzaklığı kullanarak hesaplar

4. İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel farkı ışınsal koordinatlar ve yük miktarını kullanarak hesaplar

5. Bir nokta yükün elektriksel potansiyelini yük ve uzaklık kullanarak hesaplar

6. Birçok nokta yükün elektriksel potansiyelini yük ve uzaklık kullanarak hesaplar

7. Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyelini integral ifadesi içinde hesaplar

8. Düzgün bir elektrik alandaki elektriksel potansiyel fark denklemini yazar

9. Bir noktasal yükün herhangi bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazar

Analiz

Hedef-10: Elektriksel potansiyel ile ilgili öğeler arasındaki ilişkiyi değerlendirme

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerji ile potansiyel fark arasındaki farkı ayırt eder

2. Potansiyel enerji ile elektriksel potansiyel fark arasındaki farkı ayırt eder

3. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel fark ile noktasal yüklerin oluşturduğu potansiyel farkı ayırt eder

4. Bir nokta yükün potansiyeli ile birçok nokta yükün potansiyeli arasındaki farkı ayırt eder

5. Birçok nokta yükün potansiyeli ile birçok nokta yükün potansiyel enerjisi arsındaki farkı ayırt eder

6. Potansiyel fark ile potansiyel enerjinin birbirinden farklı olduğunu öngörür

7. Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel ile yük yoğunluğu arasındaki ilişkiyi açıklar

8. Denge durumundaki herhangi bir yüklü iletkenin yüzeyinin eş potansiyel yüzey olduğunu söyler

9. Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar

Sentez

Hedef-11: Elektriksel potansiyel ile ilgili parçalardan yeni bir yapı oluşturma

Kazanımlar:

1. Düzgün yüklenmiş bir halkanın, diskin ve kürenin potansiyelini çözümler
2. Yüklü bir iletkenin potansiyeline günlük hayattan örnekler verir

Değerlendirme

Hedef-12: Elektriksel potansiyel ile ilgili bir ölçüte dayalı yargıda bulunabilme

Kazanımlar:

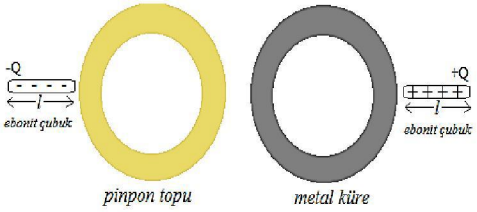
1. İki noktanın oluşturduğu potansiyel farkı bulurken çizgi integrali ifadesinin kullanıp kullanılamayacağına karar verir
2. Bir yükün elektriksel potansiyelini bulurken integral ifadesindeki sınırları nasıl belirleyip belirleyemeyeceğine karar verir
3. Düzgün bir elektrik alandaki potansiyel farkı bulurken integral ifadesini kullanıp kullanamayacağına karar verir
4. Birçok nokta yükün potansiyelini bulurken cebirsel toplam kullanıp kullanılamayacağına karar verir
5. Yüklü bir iletkenin potansiyelini bulurken elektrik alan denklemlerinin kullanıp kullanılamayacağına karar verir

ÜNİTELER	SORU NO	KAZANIMLAR	BİLİŞSEL BASAMAKLAR					
			BİLGİ	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	DEĞERLENDİRME
ELEKTRİKALAN	1	İletkenlerin ve yalıtkanların elektriksel özelliklerini söyler	H2, K3					
		Maddeleri elektriksel iletim özelliklerine göre yorumlar		H5, K5				
		Yalıtkanlarda ve iletkenlerde yük dağılımını tanımlar	H1, K7					
		İletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkı ayırt eder				H10, K1		
		Topraklanmayı yorumlar, yalıtkanlarda ve iletkenlerdeki topraklamayı açıklar ve aralarındaki farkı ayırt eder.					H11, K6	
	2	Nokta yükler ve parçacıklar için iki yük arasındaki kuvveti veya uzaklığı bulurken Coulomb yasasının kullanılıp kullanılamayacağına karar verir						H12,K1
		Elektriksel kuvveti tanımlar ve Coulomb yasasını yazar	H3, K1					
		İki noktasal yükün oluşturduğu elektriksel kuvveti yüklerin çeşidine göre yön ve doğrultu olarak gösterir		H4, K4				
		Coulomb sabitini tanımlar ve elektriksel geçirgenliği yorumlar	H1, K9, K10					
		Elektriksel kuvvet ile Coulomb sabiti arasındaki ilişkiyi açıklar			H10 , K6			
	3	Coulomb yasası denkleminden elektrik alan denkleminin eşitlik ifadesini geliştirir		H4, K1				
		Newton un 3. Yasasından ve Coulomb yasalarından elektrik alan içinde yüklü bir parçacığın hareketini yükün cinsine göre açıklar.					H11, K7	
		Pozitif veya negatif bir yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin yön ve doğrultusunu gösterir	H2, K14					
		Elektrik alan denklemini yazar ve vektörel bir nicelik olduğunu belirtir						H12, K6
	4	Sürekli bir yük dağılımının oluşturduğu elektrik alanı bulurken yük elemanlarının nerede kullanıp kullanılamayacağına karar verir						H12, K3
		İntegral ifadesini kullanarak sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü hesaplar			H9, K5			
		Bir iletken levha üzerinde oluşan sürekli yük dağılımını şekil üzerinde gösterir	H2, K16					
	5	Elektrik alan çizgi sayısını ve elektrik alan büyüklüğünü elektrik alan şiddeti üzerinden açıklar		H5, K9				
		Elektrik alan çizgilerini açıklar, bir noktasal yükün çeşidine göre oluşturduğu elektrik alanın vektörel çizimini gösterir			H9, K6			
		Bir pozitif yükün oluşturduğu elektrik alan çizgilerini şekil üzerinden gösterir		H7, K4				

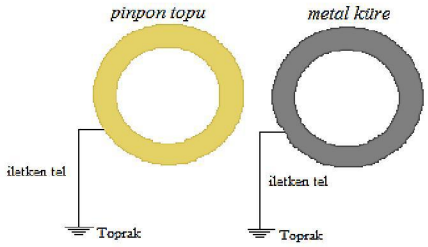
ÜNİTELER	SORU NO	KAZANIMLAR	BİLİŞSEL BASAMAKLAR					
			BİLGİ	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	DEĞERLENDİRME
ELEKTRİKSEL POTANSİYEL	6	Elektriksel potansiyelin yoldan bağımsız olduğunu söyler	H2, K1					
		Bir yükün bütün yollar boyunca bir noktadan bir noktaya götürmek için yapılan işin aynı olduğunu ve yoldan bağımsız olduğunu söyler		H5, K8				
		Potansiyel enerjideki değişim denklemini yazar	H3, K1					
		Düzgün bir elektrik alandaki elektriksel potansiyel fark denklemini yazar			H9, K8			
		Potansiyel fark ile potansiyel enerjinin birbirinden farklı olduğunu öngörür				H10, K6		
	7	Bir noktasal yükün herhangi bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazar			H9, K9			
		Elektriksel potansiyel denkleminden bir nokta yükün potansiyeli denklemini geliştirir		H4, K4				
	8	Elektrik alan ifadesinden elektriksel potansiyel ifadesini tanımlar	H1, K13					
		Elektrik alan denkleminden elektriksel potansiyel denklemini geliştirir		H4, K5				
		Elektriksel alan ile elektriksel potansiyel arasındaki ilişkiyi açıklar		H6, K10				
	9	Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel denklemini yazar	H3, K7					
		Sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektriksel potansiyel ile yük yoğunluğu arasındaki ilişkiyi açıklar				H10, K7		
		Sürekli yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyelini integral ifadesi içinde hesaplar			H9, K7			
	10	İletken bir cisim üzerindeki fazla yüklerin yüzeyde düzgün olarak dağıldığını söyler	H1, K19					
		Denge durumundaki herhangi bir yüklü iletkenin yüzeyinin eş potansiyel yüzey olduğunu söyler				H10, K8		
		Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark denklemini yazar	H3, K8					
		Yüklü bir iletkenin elektriksel potansiyel fark ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi açıklar				H10, K9		

EK 5. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeği (EPSÖ)

1) İçi boş bir pinpon topu, -Q yüklü *l* uzunluğunda bir ebonit çubuk ile içi boş bir metal küre ise +Q yüklü *l* uzunluğunda bir ebonit çubuk ile yükleniyor.

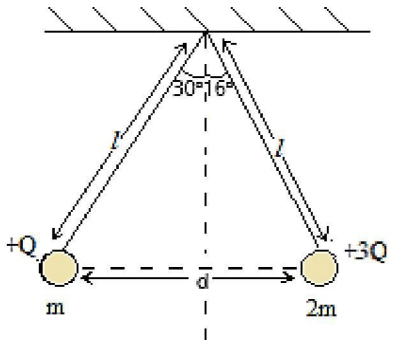


a. İçi boş pinpon topunun ve metal kürenin ebonit çubuklar ile yüklenmesiyle oluşan yük dağılımı nasıl olur? Şekil üzerinde göstererek açıklayınız.



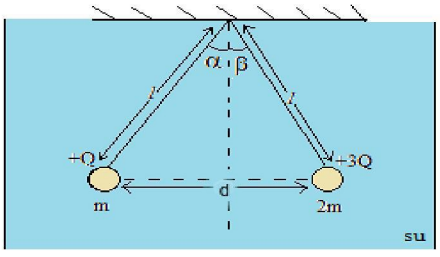
b. Ebonit çubuklar uzaklaştırıldıktan sonra yüklenmiş kürelerin iletken bir tel ile topraklanması durumunda oluşan yük dağılımını şekil üzerinde göstererek açıklayınız.

2) Eşit büyüklükteki içi dolu iki yalıtkan küreden m kütleli birinci küre +Q yükü ile 2m kütleli ikinci küre +3Q yükü ile homojen olarak yüklenmiştir. (m=2× 10^{-2} kg)



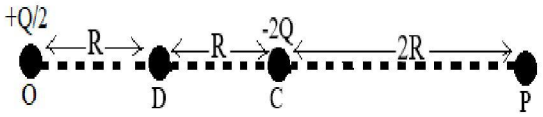
a. Bu iki küre aynı uzunluktaki özdeş iki iple şekildeki gibi $\Theta_1 = 30^o$ ve $\Theta_2 = 16^o$ olacak şekilde dengede durmaktadır. Her bir küre için elektriksel kuvvetin nasıl bulunacağını açıklayınız. Küreler arasındaki mesafeyi bulunuz.

($k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9 \ \frac{N.m^2}{C^2}$)



b. Bu iki özdeş küre iki iple dengede asılı dururken bu defa suyun içine batırılıyor. İki küre için elektriksel kuvvetin büyüklüğü nasıl değişir? Açıklayınız. ($k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$, $\varepsilon_0 = 80\ C^2/Nm^2$)

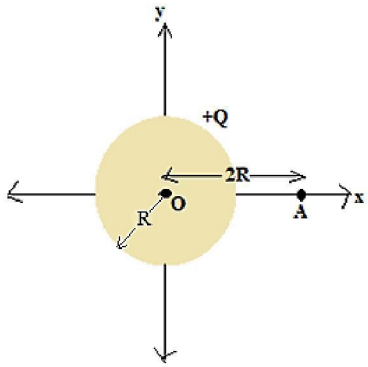
3) Şekildeki gibi içi dolu R yarıçaplı iletken küre noktasal +Q/2 yükü ile yükleniyor. Başka bir noktasal -2Q yükü ise merkezden 2R uzaklığa yerleştiriliyor.



a. Her bir noktasal yükün P noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü, doğrultusunu ve yönünü şekil üzerinde göstererek bulunuz.

b. -2Q yükü C noktasında bağlı hareketsiz iken P noktasına daha sonra -5Q'luk noktasal yük yerleştirilip serbest bırakılması durumunda oluşacak hareketin nasıl olacağını gerekli denklem ve şekillerle açıklayınız.

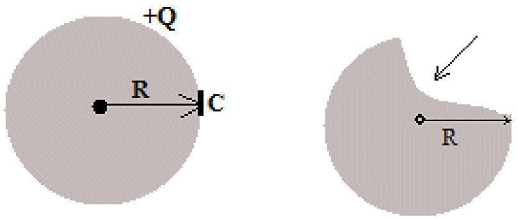
4) İletken R yarıçaplı ince dairesel bir levha +Q yükü ile yüklenmiştir.



a. Bu dairesel levhanın üzerinde oluşan yük dağılımını şekil üzerinde gösteriniz ve açıklayınız.

b. Dairesel levhanın A noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü, doğrultu ve yönünü hesaplayınız.

5) Şekil 1'deki gibi esnek iletken bir top Q= +1 C'luk yük ile homojen bir biçimde yükleniyor.



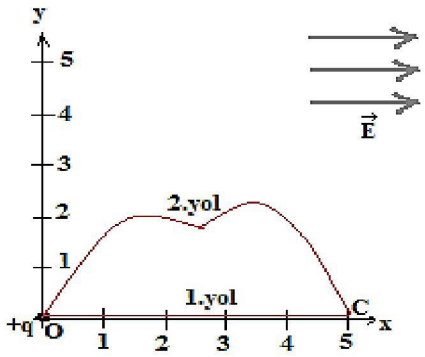
Şekil 2

a. Elektrik alan çizgilerini şekil 1 üzerinde çizerek gösteriniz.

b. Kürenin yarıçapı 1 m ise, yüzeyinde bulunan C noktasında, yarıçapa dik birim yüzeyden geçen çizgi sayısı nedir? $k = 8{,}99 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

c. Aynı esnek iletken topun bir bölgesine şekil 2'deki gibi parmak ile bastırılıyor. Topun oluşturduğu elektrik alan çizgileri nasıl değişir? Şekil üzerinde göstererek açıklayınız.

6) Şekildeki gibi x-y koordinat sisteminin merkezine +q yükü yerleştirilmiştir. Ortamda +x doğrultusunda düzgün bir elektrik alan vardır.

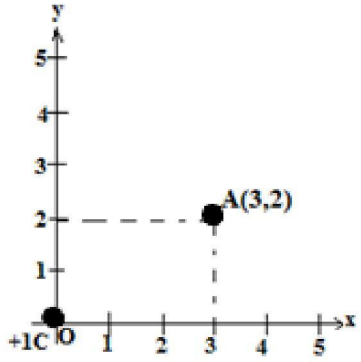


a. +q yükünün 1. ve 2. yollar boyunca orijinden C noktasına götürülmesi için gereken potansiyel enerjiyi hesaplayıp yorumlayınız.

b. +q yükünün orijinden (0,2) ve (3,0) noktalarına götürülmesi için yapılması gereken işleri hesaplayınız.

c. Düzgün elektrik alan içindeki (1,1) ve (4,5) noktaları arasındaki elektriksel potansiyel farkı bulunuz.

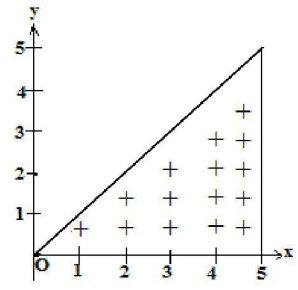
7) Şekildeki gibi koordinat sisteminin merkezine +1C'luk noktasal bir yük yerleştirilmiştir.



a. Bu yükün A(3,2) noktasındaki elektriksel potansiyelini bulunuz.

b. Daha sonra A noktasına -1C'luk noktasal yük getirilmesi durumunda A noktasındaki potansiyelin değeri ne olur?

8) Homojen yüklü üçgen ince bir levha (x,y) düzleminde şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Bu üçgen levhanın elektriksel potansiyeli $V(x,y)=3x^3+2y^2$ ile ifade edilmektedir.

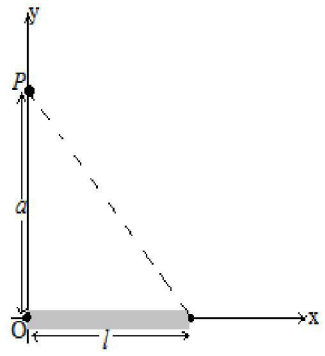


a. Bu levha üzerinde x- doğrultusunda elektrik alan değerini veren ifadeyi bulunuz. E_x=?

b. Bu levha üzerinde y- doğrultusunda elektrik alan değerini veren ifadeyi bulunuz. E_y=?

c.Bu levha üzerinde herhangi bir noktadaki toplam elektrik alanı **(i,j)** birim vektörleri cinsinden ifade ediniz.

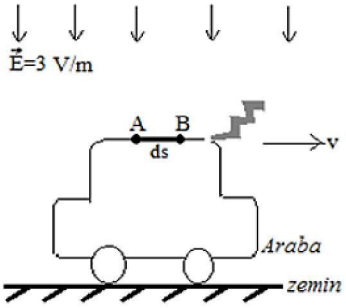
9) Düzgün λ doğrusal yük yoğunluğuna sahip, uzunluğu l, toplam yükü +Q olan bir tel şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



a. Bu telin P noktasındaki elektriksel potansiyeli nedir? Matematiksel olarak ifade ediniz.

b. Telin yük yoğunluğu $\frac{\lambda}{2}$ değerine düşürülürse P noktasındaki potansiyelin yeni değerini hesaplayınız.

10) Yağmurlu bir günde, yukarıdan aşağıya doğru 3 V/m büyüklüğünde düşey bir elektrik alan vardır. Bir araba v hızıyla ilerlerken üstüne bir yıldırım isabet ediyor.



a. Arabaya yıldırım isabet ettikten sonra, arabanın dış yüzeyi boyunca yük dağılımı nasıl olur, şekil üzerinde gösteriniz.

b. Arabanın tavanında A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark ne olur? Açıklayınız.

c. Arabanın tavanında A ve B noktaları arasında ds yolu boyunca elektrik alanın büyüklüğü nedir? Elektrik alan çizgilerini şekil üzerinde gösteriniz.

EK 6. Elektrik Alan ve Potansiyel Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1) **a.** Pinpon topu ve metal kürenin yüklenmesi sonucu oluşan yük dağılımı maddenin cinsine bağlı mıdır?
b. Günlük hayatta topraklamaya örnekler verebilir misiniz? Verdiğiniz cevap ile ilişkisini açıklayınız.
c. Yükün çeşidi yük dağılımını nasıl etkilemektedir?

2) **a.** Elektriksel kuvvet nelere bağlıdır? Küreler iletken olsaydı verdiğiniz cevapta bir değişiklik olur muydu?
b. Sistem su dolu bir kabın içerisine konulduğunda elektriksel kuvvetin değişmesi/değişmemesini nasıl yorumlarsınız?

3) **a.** Sistemde bulunan bütün yük miktarlarının iki katına çıkarılması durumunda bulduğunuz elektrik alan büyüklükleri nasıl değişirdi?
b. R yarıçaplı küre bir kenarı a olacak şekilde küpe dönüştürülürse O noktasındaki elektrik alanın büyüklüğü değişir miydi?
c. P noktasının konumunun değişmesi elektrik alan büyüklüğünde bir değişikliğe sebep olur mu?

4) **a.** İletken küre yerine yalıtkan bir küre kullanılmış olsaydı yük dağılımı nasıl olurdu? Sürekli bir yük dağılımından bahsedilebilir miydi?
b. Kürenin A noktasında oluşturduğu elektrik alan büyüklüğünü nasıl hesapladınız?

5) **a.** İletken küre +Q yükü yerine, -Q yükü ile yüklenseydi, elektrik alan çizgileri nasıl değişirdi gösteriniz.
b. Çizgi sayısı ve elektrik alan büyüklüğü nelere bağlıdır? Uzaklık ile elektrik alan büyüklüğü arasındaki ilişki nedir?
c. +Q yüklü iletken küreye aynı büyüklükte özdeş bir iletken küre dokundurulup uzaklaştırıldıktan sonra elektrik alan doğrultu, yönü ve elektrik alan çizgilerinin sıklığı nasıl değişirdi?

6) **a.** Potansiyel enerji ile potansiyel fark arasındaki fark nedir?
b. Düzgün olmayan bir elektrik alanda potansiyel fark nasıl değişir?
c. Eş potansiyel yüzeyleri kullanarak elektrik alan çizgilerini belirleyebilir misiniz? Nasıl?

7) **a.** Bir nokta yükün herhangi bir noktadaki elektriksel potansiyelini nasıl bulursunuz?
b. Elektriksel potansiyel nelere bağlıdır? Birden fazla yük için nasıl bir yaklaşım izlersiniz?
c. Tek bir noktasal yükün elektriksel potansiyel farkını nasıl bulursunuz?

8) **a.** Elektriksel potansiyel fonksiyonundan elektrik alan değerini bulabilmek için hangi yola başvurdunuz?
b.Yüklü cismin iletken veya yalıtkan olmasının yüklerin homojen dağılımına bir katkısı var mıdır? Yalıtkan cisimleri homojen olarak yükleyebilir miyiz?

c. Cismin l uzunluğunda homojen yük dağılımına sahip düz bir tel haline getirildiğini düşünün. Elektrik alan büyüklüğünde bir değişiklik olur muydu?

9) **a.** Tel aynı düzlemde yarım daire şekline getiriliyor, P noktasındaki elektriksel potansiyeli bulmak için nasıl bir yöntem izlerdiniz?
b. Yük yoğunluğu nedir? Açıklayınız

10) **a.** Arabanın içindeki elektrik alan büyüklüğü için bulduğunuz değerden emin misiniz? Bunu hangi kanunla açıklarsınız?
b. Elektrik alan çizgilerini çizerken nelere dikkat ettiniz? Yük çeşidi elektrik alan çizgilerini değiştirir miydi?

c. Arabanın yüzeyindeki potansiyel fark için bulduğunuz değerden emin misiniz? Araba yalıtkan olsaydı cevabınız değişir miydi?

EK 7. Elektrik Alan ve Potansiyel Konularına Yönelik Argümantasyon Temelli Ders Anlatım Materyalleri

COULOMB YASASI ÖRNEĞİ

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

İkinci aşama: İDDİA (HİPOTEZ, ARGÜMAN, GÖRÜŞ, FİKİR)

İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir.

Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

Üçüncü aşama: VERİ

Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

Dördüncü aşama: GEREKÇELER

Gerekçe: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

Beşinci aşama: SONUÇ

Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.

1. Problem durumu: Fotoğrafta gördüğünüz ebonit yalıtkan tarağın, kağıt parçalarını çekmesine sebep olan kuvvet nedir? Açıklayınız.

1. Problem durumuna yönelik iddia: 1. Problem durumuna yönelik veri: 1. Problem durumuna yönelik gerekçe:

2. Problem durumu: Ebonit yalıtkan tarağın, kağıt parçalarını çekmesi sonucu oluşan kuvvetleri şekil üzerinde gösteriniz.

2. Problem durumuna yönelik iddia: 2. Problem durumuna yönelik veri: 2. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumu: Ebonit yalıtkan tarağın, kağıt parçalarını çekmesine sebep olan kuvveti açıklayan ve ifade eden matematiksel denklemi yazınız, açıklayınız

3. Problem durumuna yönelik iddia: 3. Problem durumuna yönelik veri: 3. Problem durumuna yönelik gerekçe:

SÜREKLİ BİR YÜK DAĞILIMININ OLUŞTURDUĞU ELEKTRİK ALAN ÖRNEĞİ

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

İkinci aşama: İDDİA (HİPOTEZ, ARGÜMAN, GÖRÜŞ, FİKİR)

İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir.

Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

Üçüncü aşama: VERİ

Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

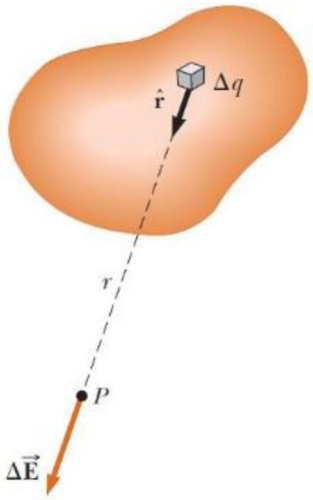
Dördüncü aşama: GEREKÇELER

Gerekçe: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

Beşinci aşama: SONUÇ

Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.



Şekil 1

1. Problem durumu: Şekil 1'de gösterildiği gibi sürekli yük dağılımına sahip yüklü bir yalıtkanın veya iletkenden belli bir uzaklıktaki elektrik alan nelere bağlı olabilir?

1. Problem durumuna yönelik iddia:

1. Problem durumuna yönelik veri:

1. Problem durumuna yönelik gerekçe:

2. Problem durumu: Şekil 1'de gösterildiği gibi Δq yükünün oluşturduğu elektrik alanın doğrultusu, büyüklüğü ve yönü hakkında neler söylersiniz? Açıklayınız.

2. Problem durumuna yönelik iddia:

2. Problem durumuna yönelik veri:

2. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumu: Yüklü cismin içinde farklı noktalarda çok sayıda Δq yükü olduğu göz önüne alınırsa, P noktasındaki elektrik alan nasıl hesaplanabilir, gösteriniz?

3. Problem durumuna yönelik iddia:

3. Problem durumuna yönelik veri:

3. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumuna yönelik sonuç:

4. Problem durumu: Yüklü cismin içinde farklı noktalarda bulunan yük sayısı sonsuza gider ve Δq sıfıra yaklaşırsa, P noktasındaki elektrik alan için nasıl bir formül önerilebilir? Açıklayınız.

4. Problem durumuna yönelik iddia:

4. Problem durumuna yönelik veri:

4. Problem durumuna yönelik gerekçe:

4. Problem durumuna yönelik sonuç:

ELEKTRİK ALAN ÇİZGİLERİ ÖRNEĞİ

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

Aşağıda verilen malzemeleri kullanarak iletken bir kağıt üzerine uygulanan potansiyel farkın oluşturduğu elektrik alan çizgilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla uygun bir deneysel düzenek kurarak aşağıdaki sorulara cevap olabilecek iddialarınızı ikinci aşamada ilgili kutulara yazınız.

Malzemeler:

Deneyde kullanılacak malzemeler: Güç kaynağı, krokodil kablolar, A4 boyutunda mukavva, su, multimetre, kalem, açıölçer. (Mukavva su ile homojen bir şekilde ıslatılır ve iletken hale getirilir)

İkinci aşama: İDDİA (HİPOTEZ, ARGÜMAN, GÖRÜŞ, FİKİR)

İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir.

Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

Üçüncü aşama: VERİ

Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

Dördüncü aşama: GEREKÇELER

Gerekçe: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

Beşinci aşama: SONUÇ

Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.

1. Problem durumu: Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde elektrik alan çizgileri çizilerek belirlenebilir mi? Açıklayınız.

1. Problem durumuna yönelik iddia: 1. Problem durumuna yönelik veri: 1. Problem durumuna yönelik gerekçe:

2. Problem durumu: Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde $\Delta V = E.\Delta x.$ $cos\ cos\ \theta$ bağıntısının doğruluğunu nasıl kanıtlarsınız?

2. Problem durumuna yönelik iddia: 2. Problem durumuna yönelik veri: 2. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumu: Belirli bir potansiyel fark altında bir iletken üzerinde oluşan elektrik alan büyüklüğünü nasıl ölçer/hesaplarsınız? Açıklayınız.

3. Problem durumuna yönelik iddia:

3. Problem durumuna yönelik veri:

3. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumuna yönelik sonuç:

4. Elektrik alan büyüklüğü ile elektrik elektrik alan çizgilerinin sıklığı arasındaki ilişkiyi gerçekleştirdiğiniz deney ile gösterilebilir mi?

4. Problem durumuna yönelik iddia:

4. Problem durumuna yönelik veri:

4. Problem durumuna yönelik gerekçe:

ELEKTRİKSEL POTANSİYEL ÖRNEĞİ

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

Aşağıda verilen malzemeleri kullanarak bir iletken mukavva içerisinde oluşturulan elektrik alanın iki farklı noktasındaki elektriksel potansiyel farkın bulunması amaçlanmaktadır. Bu amaçla uygun bir deneysel düzenek kurarak aşağıdaki sorulara cevap olabilecek iddialarınızı ikinci aşamada ilgili kutulara yazınız.

Malzemeler:

Deneyde kullanılacak malzemeler: Güç kaynağı, krokodil kablolar, mukavva, su, kalem, multimetre. (Mukavva su ile homojen bir şekilde ıslatılır ve iletken hale getirilir)

İkinci aşama: İDDİA (HİPOTEZ, ARGÜMAN, GÖRÜŞ, FİKİR)

İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir.

Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

Üçüncü aşama: VERİ

Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

Dördüncü aşama: GEREKÇELER

Gerekçe: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

Beşinci aşama: SONUÇ

Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.

1. Problem durumu: İletken bir kağıt üzerinde iki nokta arasına bir potansiyel fark uygulandığında, bu iki nokta arasındaki doğrusal yol boyunca oluşan potansiyel farkı ile uzaklık/mesafe arasındaki ilişkiyi nasıl belirlersiniz?

1. Problem durumuna yönelik iddia:
1. Problem durumuna yönelik veri:
1. Problem durumuna yönelik gerekçe:
1. Problem durumuna yönelik sonuç:

2. Problem durumu: İletken bir kağıt üzerinde herhangi iki nokta arasında gelişigüzel olarak çizilen farklı yollar boyunca ölçülen ardışık potansiyel farklarının toplamının iki nokta arasındaki potansiyel farkına eşit olduğunu nasıl gösterirsiniz (potansiyel farkın yoldan bağımsızlığını nasıl gösterirsiniz)?

2. Problem durumuna yönelik iddia:
2. Problem durumuna yönelik veri:
2. Problem durumuna yönelik gerekçe:
2. Problem durumuna yönelik sonuç:

3. Problem durumu: İletken bir kağıt üzerinde iki nokta arasına bir potansiyel fark uygulanmıştır. Bu iki nokta arasında doğrusal yol boyunca elektrik alanın büyüklüğü hangi matematiksel denklem ile ifade edilebilir? Açıklayınız.

3. Problem durumuna yönelik iddia:
3. Problem durumuna yönelik veri:
3. Problem durumuna yönelik gerekçe:
3. Problem durumuna yönelik sonuç:

NOKTASAL YÜKÜN ELEKTRİKSEL POTANSİYELİ VE NOKTASAL YÜKLERİN OLUŞTURDUĞU POTANSİYEL ENERJİ ÖRNEĞİ

Birinci aşama:

Problem durumu: Moderatör ya da öğretmen öğretilmesi düşünülen konu, kavram veya fiziksel yasa ile ilgili iki boyutlu veya üç boyutlu materyal ile problem durumunu net bir şekilde ortaya koyar.

İkinci aşama: İDDİA (HİPOTEZ, ARGÜMAN, GÖRÜŞ, FİKİR)

İddia: Belli bir problem durumu karşısında çözüme yönelik olarak ileriye sürülen doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanmamış hipotez, önerme, görüş veya fikirlere denir.

Öğrenciler bireysel olarak veya küçük gruplar halinde birinci aşamada ifade edilen problem durumu ve alt problem durumları hakkında iddialarını ortaya koyarlar.

Üçüncü aşama: VERİ

Veri: Ortaya konan iddiayı destekleyen veya çürüten doğruluğu ispatlanmış ve kesin olarak doğru olduğu bilinen veriler veya bilimsel bilgilerdir. Veriler yukarıda ifade edilen iddiaları iki şekilde ortaya sunabilir.

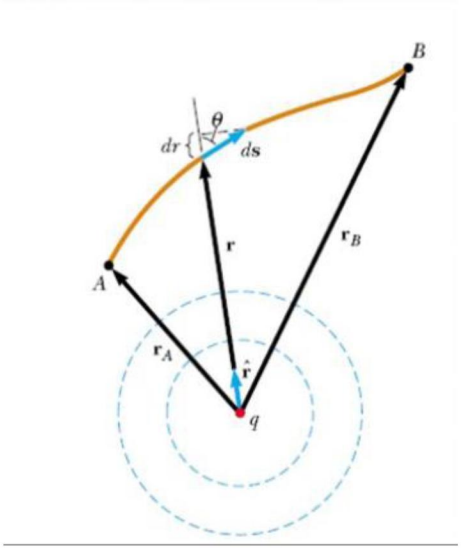
Dördüncü aşama: GEREKÇELER

Gerekçe: Problem durumuna yönelik olarak ikinci aşamada ortaya konulan iddiaların üçüncü aşamada ortaya konulan verilerle desteklenmesini veya çürütülmesini sağlayan görüşlerdir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel veya grup olarak yukarıda ifade edilen problem durumuna yönelik olarak ortaya konan iddialarını ifade ettikleri veriler ile desteklemek veya çürütmek amacıyla yapılan, çünkü ile başlayan cümlelerdir.

Beşinci aşama: SONUÇ

Bu aşamada öğretmen veya moderatör yukarıda ifade edilen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ortaya çıkan sonucu bilimsel bir dille bilimsel kavram, ilke ve yasayı net bir şekilde ifade eder.



1. Problem durumu: Şekildeki gibi bir +q yükü sabit olarak durmaktadır. Bu yükten belli uzaklıktaki A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı elektrik alan ve yol cinsinden nasıl ifade edilebilir? Açıklayınız.

1. Problem durumuna yönelik iddia:
1. Problem durumuna yönelik veri:
1. Problem durumuna yönelik gerekçe:
1. Problem durumuna yönelik sonuç:

2. Problem durumu: Şekildeki A noktasından B noktasına giderken, potansiyel farkındaki değişim nasıl hesaplanabilir? Açıklayınız.

2. Problem durumuna yönelik iddia:
2. Problem durumuna yönelik veri:
2. Problem durumuna yönelik gerekçe:
2. Problem durumuna yönelik sonuç:

3. Problem durumu: Şekildeki A noktası sonsuza götürüldüğünde B noktasındaki elektriksel potansiyel için bir formül önerebilir misiniz? Açıklayınız.

3. Problem durumuna yönelik iddia:

3. Problem durumuna yönelik veri:

3. Problem durumuna yönelik gerekçe:

3. Problem durumuna yönelik sonuç:

4. Problem durumu: Şekildeki q yükünün B noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel içine bir başka q' yükü getirildiğinde sistemin potansiyel enerjisi için nasıl bir matematiksel formül yazılabilir? Açıklayınız.

4. Problem durumuna yönelik iddia:

4. Problem durumuna yönelik veri:

4. Problem durumuna yönelik gerekçe:

4. Problem durumuna yönelik sonuç:

EK 8. Elektrik Alan ve Potansiyel Açık Uçlu Sorular Ölçeği Rubriği

Puanlama / **Çözüm aşamaları**	**0 (Yok)**	**1 (Tamamen yanlış)**	**2 (Eksik doğru)**	**3 (Kısmen doğru)**	**4 (Doğru)**	**5 (Mükemmel)**	**Alakasız**
Bilimsel ilke/yasa							
Gerekli şekiller							
Matematiksel bağıntılar							
Sonuç							
Bilimsel yorumlar							

Katılımcı isim:													
SORU NO	**PUAN**						**SORU NO**	**PUAN**					
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1.a							**6.a**						
1.b							**6.b**						
							6.c						
2.a							**7.a**						
2.b							**7.b**						
3.a													
3.b							**8.a**						
							8.b						
4.a							**8.c**						
4.b													
							9.a						
							9.b						
5.a													
5.b							**10.a**						
5.c							**10.b**						
							10.c						
TOPLAM: