

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
ELEKTROSTATİĞİN TEMEL KAVRAMLARI İLE İLGİLİ
KAVRAMSAL ANLAMALARININ İNCELENMESİ

GÖZDE DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH (Tez Danışmanı)
Dr. Öğr. Üyesi Şirin İLKÖRÜCÜ
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ŞEKERCİOĞLU

BALIKESİR, MAYIS – 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Elektrostatik’in Temel Kavramları İle İlgili Kavramsal Anlamalarının İncelenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Gözde DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR

(imza)

ÖZET

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
ELEKTROSTATİĞİN TEMEL KAVRAMLARI İLE İLGİLİ KAVRAMSAL
ANLAMALARININ İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖZDE DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MUSTAFA SABRİ KOCAKÜLAH)**

BALIKESİR, MAYIS - 2023

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının elektrostatik konusu ile ilgili kavramsal anlamalarının tespit edilmesidir. Araştırmanın örneklemini Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında 2006-2019 akademik dönemlerinde öğrenim gören 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan 340 öğrenci oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla ve iki fizik eğitimi uzmanı tarafından hazırlanan, tamamı açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Verileri desteklemek için öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler de (YYG) yapılmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtları tek tek ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve verdikleri cevaplar analiz edilerek kategoriler oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun yüklü bir cismin iletken bir cisme yaklaştırıldığında etki ile elektriklenebileceği bilgisine sahip olduklarını, aynı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirlerini ittiğini, farklı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirlerini çektiği kavramsal anlamasına sahip oldukları görülmüştür. Nötr bir cismin yük fazlalığı olan cisim tarafından çekilebileceği kavramsal anlamasına sahip olmadıkları görülmüştür. Topraklamanın amacının cismi nötrlemek olduğunu bildiği fakat birçok öğretmen adayının eksi yüklü cisimlerin topraklanabildiği, fazla eksi yüklerin toprağa aktığı yönünde, artı yüklü cisimlerin de topraklanabileceği, eksi yüklerin topraktan cisme akacağı bilgisine sahip olmadığı tespit edilmiştir. Nötr cismin tanımı ile ilgili verdikleri yanıtlarla bu temel kavramla ilgili bir kavram yanılığına sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında elektrostatik temel kavramları konusunda yanlış kavramsal anlamaların oluşmaması için önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Elektrostatik, kavramsal anlama, kavram yanılığları, öğretmen adayları.

Bilim Kod / Kodları: 11002

Sayfa Sayısı: 80

ABSTRACT

CANDIDATES OF SCIENCE TEACHERS INVESTIGATION OF THE CONCEPTUAL UNDERSTANDINGS OF THE BASIC CONCEPTS OF ELECTROSTATIC

MSC THESIS
GÖZDE DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
ELEMENTARY SCIENCE EDUCATION
(SUPERVISOR: PROF. DR. MUSTAFA SABRİ KOCAKÜLAH)

BALIKESİR, MAY - 2023

The aim of this research is to determine the conceptual understanding of pre-service science teachers about electrostatics. The sample of the research consists of 340 students, who are 4th grade students studying in Balıkesir University Necatibey Faculty of Education, Department of Science Education in the 2006-2019 academic terms. In order to determine the conceptual understanding of pre-service teachers, a conceptual understanding test consisting entirely of open-ended questions prepared by two physics education experts was used. Semi-structured interviews (YYG) were also conducted with pre-service teachers to support the data. The answers of the students were examined in detail one by one and the answers they gave were analyzed and categories were created. The majority of the students have the knowledge that a charged object can become electrified when it is approached to a conductive object, that objects with the same excess charge repel each other, they do not have the conceptual understanding that a neutral body can be attracted by an excess charge; knows that the purpose of grounding is to neutralize the object, but mostly negatively charged objects can be grounded, excess negative charges flow to the ground, positively charged objects can also be grounded, it has been determined that many students do not have the knowledge that negative charges will flow from the soil to the object. “With the answers they gave about the definition of the neutral object, it was determined that they did not have any misconceptions about this basic concept. In the light of the findings, suggestions have been made to avoid misunderstandings about the basic concepts of electrostatics.

KEYWORDS: Electrostatics, conceptual understanding, misconceptions, prospective teachers.

Science Code / Codes : 11002

Page Number: 80

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu.....	2
1.2 Araştırmanın Önemi ve Amacı	3
1.3 Tanımlar	4
1.4 Sayıtlar	4
1.5 Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları	4
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	6
2.1 Kavram Nedir?.....	6
2.2 Kavram Yanılgısı	6
2.3 Alan Yazın Taraması.....	7
2.3.1 Kavram Öğretimi	7
2.3.2 Kavram Yanılgılarının Tespiti	8
2.3.3 Kavram Yanılgılarının Giderilmesi.....	9
2.3.4 Kavramsal Anlama.....	10
3. YÖNTEM	12
3.1 Araştırma Modeli	12
3.2 Örneklem	12
3.3 Veri Toplama Araçları.....	13
3.3.1 Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi.....	13
3.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler.....	15
3.4 Veri Analizi	15
3.4.1 Kavramsal Anlama Testinin Analizi	15
3.4.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi	20
4. BULGULAR	21
4.1 Topraklama Kavramı İle İlgili Bulgular	21
4.2 Etki ile Elektriklenme Kavramı İle İlgili Bulgular	42
4.3 Yıldırım ve Şimşek Kavramı İle İlgili Bulgular	54
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	64
5.1 Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Sonuçlar	64
5.1.1 Etki İle Elektriklenme Konusuna Yönelik Kavram Yanılgıları.....	64
5.1.2 Topraklama Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları.....	64
5.1.3 Yıldırım Kavramı İle İlgili Kavram Yanılgıları.....	65
5.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar	65
6. KAYNAKLAR	71
EKLER	75
EK A: Görüşme İzin Formu	76
EK B: Görüşme Soruları	77
ÖZGEÇMİŞ	80

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1: Yıldırım konusundaki 182 numaralı öğrenci yanıtı.....	57
Şekil 4.2: Yıldırım konusundaki 181 numaralı öğrenci yanıtı.....	58
Şekil 4.3: Yıldırım konusundaki 262 numaralı öğrenci yanıtı.....	59
Şekil 4.4: Yıldırım konusundaki 270 numaralı öğrenci yanıtı.....	59
Şekil 4.5: Yıldırım konusundaki 96 numaralı öğrenci yanıtı.....	60

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Örneklem büyüklüğü	13
Tablo 3.2: Veri toplama araçları.	13
Tablo 3.3: Uzmanlara ait bilgiler	14
Tablo 3.4: Öğrencilere atanan numaralar.	17
Tablo 3.5: Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdesi.	18
Tablo 3.6: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testindeki sorulara verilen öğrenci yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.	19
Tablo 4.1: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 1.sorusuna verilen öğrenci yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.	22
Tablo 4.2: Topraklamanın tanımı ile ilgili görüşme bulguları.	27
Tablo 4.3: Topraklamanın amacı ile ilgili görüşme bulguları.	27
Tablo 4.4: Topraklamanın nasıl gerçekleştiği ile ilgili görüşme bulguları.	28
Tablo 4.5: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 3.soru öğrenci yanıt kategorileri ve yüzdeleri.	32
Tablo 4.6: Topraklamanın tanımı ile ilgili görüşme bulguları.	38
Tablo 4.7: Topraklamanın amacı ile ilgili görüşme bulguları.	38
Tablo 4.8: Topraklamanın nasıl gerçekleştiği ile ilgili görüşme bulguları.	39
Tablo 4.9: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 2. sorusuna verilen öğrenci yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.	43
Tablo 4.10: Elektrostatik itme ve çekme ile ilgili görüşme bulguları.	47
Tablo 4.11: Elektrostatik itme ve çekme ile ilgili görüşme bulguları.	48
Tablo 4.12: Etki ile elektriklenmede kullanılan cisimler ile ilgili görüşme bulguları.	48
Tablo 4.13: Coulomb yasası ile ilgili görüşme bulguları.	49
Tablo 4.14: Nötr cismin tanımı ile ilgili görüşme bulguları.	49
Tablo 4.15: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 4. sorusuna verilen öğrenci yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.	55
Tablo 4.16: Yıldırım düşmesi anındaki yük dağılımı ile ilgili görüşme bulgular.	61
Tablo 4.17: Yıldırım düşmesi anındaki yük dağılımı ile ilgili görüşme bulguları.	61

ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamam konusunda beni yüreklendiren, yüksek lisans eğitimim boyunca engin bilgisini ve tecrübesini paylaşan, bu süreçte akademik olarak desteğini esirgemeyen, bu zorlu süreci keyifle ve çok başarılı bir şekilde tamamlamamı sağlayan, mesleğine gösterdiği özeni ve karakterini her zaman örnek alacağım Danışman Hocam Prof. Dr. Mustafa Sabri Kocakülah'a;

Yüksek lisans sürecinde gelişimime katkı sağlayan, ders dönemimde karşılaştığım her türlü zorluğa karşı çözüm üreten değerli hocalarım Mustafa Sabri KOCAKÜLAH, Aysel KOCAKÜLAH, Hüseyin KÜÇÜKÖZER, Asuman KÜÇÜKÖZER, Gamze DOLU, Erdoğan TEZCİ, Özlem Karakoç TOPAL'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Hiçbir zaman desteğini esirgemeyen eşime ve en büyük ilham kaynağım, hayatımın anlamı biricik kızım Adel Çakar'a yoğun çalışmalarım döneminde gösterdiği anlayışından dolayı çok teşekkür ederim.

BALIKESİR, 2023

Gözde DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR

1. GİRİŞ

Eğitimin temel amaçlarından birisi de bireylerin hayat başarılarını artırmaktır. Fen bilimleri dersinin hayatın ta kendisi olduğu düşünüldüğünde, farkında olmadan yaptığımız davranışlar ve edindiğimiz bilgiler fen bilimleri dersinin önemini daha da artırmaktadır. Fen eğitiminin amacı; öğrencileri, problem çözen, sorgulayan, eleştirel düşünen, gelişen ve değişen çevreye uyum sağlayabilen, okullarda edinilen bilgileri günlük yaşamıyla bağdaştırabilen bilimsel okuryazar bireyler haline getirmektir (MEB, 2005). Fen bilimleri öğretim programının genel amaçları arasında da öğretmen adaylarının günlük yaşamda karşılaşılabileceği problemleri çözmeye sorumluluk alma ve bu sorumluluk esasına göre fen bilimleri kavramlarına ait bilgi ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilmeleri beklenmektedir.

Anlamli öğrenmenin meydana gelmesi için öğrenilen yeni kavramların önceki öğrenmeler ile bütünleştirilmesi gerekmektedir. Ausubel (1968)' e göre, eski bilgiler ile yeni bilgiler bilişsel yapıda ilişkilendirilip bütünleştirildiği zaman anlamli öğrenme gerçekleşmektedir. Öğrencileri boş birer sayfa olarak düşünmeden, daha önce öğrendikleri bilgileri ve günlük yaşantılarındaki deneyimlerinin göz önünde bulundurulması önem teşkil etmektedir.

Kavramlar çok küçük yaştan itibaren öğrenilmeye başlar. Küçük bir çocuk bisiklet kavramını görerek, çevresindekileri izleyerek ve deneyimleyerek öğrenirken, zeka kavramı gibi soyut bir kavramı öğrenebilmek için örgün eğitime ihtiyaç duyar. Konu ile ilgili kavramlar, kavramlar arasında benzerlikler, kavramlar arasında ilişkiler ve kavramların gerekli yerlerde kullanılması için kavramlar doğru bir şekilde öğretilmeli ve kavram yanlışlarının oluşmasını engellenmelidir.

Kavram yanlışlığı, bir kavramın bilimsel anlamından farklı algılanması ve kullanılması olarak ifade edilebilir (Tezcan ve Şimşek, 2008). Kavram yanlışlarının öğretmen adaylarının bireysel inanışları ve tutumları, yaşantıları, yanlış aktarılan bilgiler ve doğru bilgilerin farklı anlamlandırması gibi pek çok sebebi olabilir. Kavram yanlışlığına sahip bireyler, sahip olduğu düşüncelerini çoğu kez bilimsel doğru olduğuna inanarak savunmaktadır.

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını temel alan Smith, Disessa ve Roschelle (1993) ise kavram yanlışlığını, öğrenmeyi engelleyen ya da değiştirilmesi gereken bilişsel yapılar olarak

değil, aksine yeni öğrenmeler ve uzmanlık bilgisinin edinimi için değerli bir kaynak olarak görmektedirler. Piaget'e göre kavram yanılgıları bir yapı gibidir ve birbiri üzerine eklenir. Başlangıçta çeşitli sebeplerle kavram yanılgısına sahip bireylere doğru bilgi aktarımı yapılsa bile kavram yanılgıları artabilir. Bu öğrencilere var olan yanlış bilginin değiştirilmesi hiç bilmeyen bir öğrenciye göre kavram öğretiminden çok daha zordur. Yanılgının tespit edilmesinden sonra öğretmen adayının tutumu da büyük önem taşıdığı gibi öğretmen adayının direnç göstermesi ve bu direncin kırılmasında da hiç şüphesiz öğretmene büyük görevler düşmektedir. Öğretmenlerin öğretecekleri kavramlarla ilgili doğru bilgiye sahip olmaları büyük öneme sahiptir. Belki de bu dünyanın en zor mesleklerinden biri olan öğretmenlik mesleğini yapma yolunda eğitim alan öğretmen adaylarının kavram yanılgılarına sahip olmaması da bu direncin kırılmasında önem teşkil etmektedir.

Elektrostatik, fizikte elektrik konusunun başlangıç kısmında bulunmakla birlikte, bu bölümdeki kavramlarda (yük, nötr, yük fazlalığı, yük geçişi, sürtünme ile, dokunma ile ve tesir ile elektriklenme, topraklama) sıkıntı yaşanması ilerleyen konular için de sıkıntı yaratabilecektir. Öğrenciler parkta kaydırdan kaydıklarında, market arabasının itme silindirine dokunduklarında, yün kazaklarını çıkartırken çıtırtı sesi duyduklarında, yün kazaklarını karanlık bir odada çıkartırken kıvılcımları gördüklerinde, şimşek çaktığında statik elektrik ile farkında olmadan tanışmaktadır. Gizil öğrenmelerle elektrostatik hakkında ön bilgilerle gelen öğrenciler, elektrostatikğin temel kavramları ile 8. Sınıfın 7. Ünitesi olan elektrik konusundan LGS'ye hazırlık sürecinde ve müfredatta belirtilen kazanımlardan sorumlu tutulmaktadırlar. Aynı şekilde 9. Sınıf fizik dersi 6. Ünite elektrostatik konusu kazanımlarından TYT ve AYT sınavlarında da sorumlu tutulmaktadırlar. İlerleyen yıllarda üniversite öğrenimine başlayan öğrenciler genel fizik derslerinin elektrik konuları verilirken elektrostatik konularını bir kez daha görmektedirler.

Elektrostatik konusu ile ilgili üniversite son sınıf öğrencileriyle uzun yılları kapsayan ve yıllara göre öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki değişikliği analiz eden oldukça az sayıda çalışma bulunduğu tespit edilmiştir.

1.1 Problem Durumu

Bu araştırma ile ilgili alan yazın gözden geçirilmiştir. Ülkemizde fizik eğitiminde kavram yanılgıları üzerine yapılan çalışmalar 1996'da başlamış ve günümüzde hala devam etmektedir. Son dönemlerde kavram yanılgılarının tespit edilmesi ile ilgili yapılan çalışma

sayısı azalmıştır. Elektrostatik konusundaki kavram yanlışlığı ile ilgili birçok araştırma bulunduğu ancak öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavram yanlışlığı ile ilgili yapılan çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmüştür. Elektrostatik konusunun öğretilmesi sırasında analogi, benzetmeler vb. öğretim yöntemlerinin doğru kullanılmaması, konunun somutlaşmasını sağlayacak deney ve modellerin kullanılmaması, öğretmen adaylarının yaşantıları sırasında dış ortamda edindikleri yanlış ya da eksik bilgiler sonucunda bireyde kavram yanlışlığı oluşabilmektedir. Dolayısıyla öğretimi geliştirmek için kavram yanlışlığının tespit edilmesi oldukça önemli bir adımdır. Kavramların öğrenilmesi sırasında karşılaşılan güçlüklerin tespit edilip bu konuda yaşanan problemlerin nasıl aşılabileceğine ilişkin yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak bu çalışma için oluşturulan araştırma soruları aşağıda verilmiştir.

Araştırma Soruları

- Öğretmen adaylarının elektrostatikğin temel kavramları konusundaki kavramsal anlamaları yıllara göre nasıl değişmektedir?
- Son dönem eğitim alan öğretmen adaylarının elektrostatikğin temel kavramları konusundaki kavramsal anlamaları nasıldır?

1.2 Araştırmanın Önemi ve Amacı

Elektrostatik konusu içeriğinde somut ve soyut birçok kavram bulunmaktadır. Somut olan kavramların öğretimi deney ve gözlem yolu ile sağlanabilirken soyut olan kavramların öğretimi kısmen daha zor olmakla birlikte bu kavramların öğretimi sırasında kavram haritaları, animasyonlar, infografik, videolar vb. araçlar kullanılmaktadır. Öğretmen adaylarının kavram yanlışlıklarının giderilmesine yönelik çalışmalar uzun bir süreç gerektirmektedir. Kavram yanlışlıklarının oluşmasına sebep olabilecek unsurlardan birisinin de öğretmenler olduğu düşünüldüğünde (Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2017) bu çalışma öğretmen adaylarındaki kavram yanlışlıklarının tespit edilmesi ve kavram yanlışlığına neden olan düşüncelerle ilgili önlem alınabilmesi adına önem taşımaktadır.

Elektrostatik konusu ile ilgili üniversite son sınıf öğrencileri ile yapılmış ve öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki değişikliği analiz eden çok az sayıda çalışma bulunduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda çalışmanın alan yazına katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının elektrostatik konusunun belli başlı kavramlarından olan etki ile elektriklenme, topraklama ve yıldırım ile şimşek kavramları ile ilgili kavramsal anlamalarının tespit edilmesidir.

1.3 Tanımlar

Kavram: TDK (2022)' ye göre bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımıdır. Kavram ifadesi varlıkların ve olayların belirli özelliklerini içeren ve herkes tarafından aynı şekilde algılanan düşüncelerdir. Kavramların düzenlenmesi belirli kurallar çerçevesinde gerçekleşmektedir. Kavramların oluşturduğu olay veya varlıklar çok yakın özellikler taşırlar. Örneğin, bitki, renk, hayvan birer kavram olduğu gibi bütün hayvanlar hareket eder, büyür, beslenir gibi her birinin temsil ettiği grubun özellikleri birbirine benzemektedir (MEGEP, 2009).

Kavram Yanılgısı: Bilimsel gerçeklere aykırı olan, kişisel deneyimler sonucu oluşmuş bilgiler ile bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyen ifadeler olarak tanımlanmaktadır (Çakır ve Yürük, 1999).

1.4 Sayılılar

Araştırmanın aşağıda belirtilen sayılılara sahip olduğu düşünülmektedir:

- Öğretmen adaylarının kavramsal yapıları kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verdikleri yanıtları yansıtmaktadır.
- Öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgilerin ortaya çıkarılmasında araştırmada kullanılan kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yeterlidir.
- Araştırma örnekleme dahil olan öğretmen adaylarının ölçme araçlarına samimi yanıt vermişlerdir.

1.5 Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

Bilindiği gibi Fizik 2 dersinde elektrik alan, Gauss yasası, elektriksel potansiyel, sığa ve dielektrikler, akım ve direnç, doğru akım devreleri, manyetik alan, manyetik alanın kaynakları, Faraday yasası, indüktans, alternatif akım devreleri, elektromanyetik dalgalar konu başlıkları verilmektedir (Serway ve Jewett, 2022). Bu çalışmanın kapsamına giren elektrostatik kavramları ise elektrik alan ünitesi içinde anlatılmaktadır.

Bu araştırma;

- Üniversite “Fizik-2” dersindeki “Elektrostatik” konusundaki etki ile elektriklenme, topraklama, yıldırım ve Şimşek kavramları ile,
- 2006-2019 akademik dönemlerinde Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği dördüncü sınıfta öğrenim gören, cinsiyet faktörü gözlemeksizin toplam 340 öğretmen adayı ile sınırlıdır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturan kavram yanılıgına ilişkin bilgiler verilmiştir. Ayrıca elektrostatik konusunun öğretimi ve kavram yanılıgılarının tespiti ile ilgili yapılmış çalışmalar da yer almaktadır.

2.1 Kavram Nedir?

Kavramlar; varlıklar, olaylar, insanlar ve düşünceler benzerliklerine göre gruplandırıldığında gruplara verilen ortak adlardır (Kaptan, 1999; s. 103). Mulhan (2007)'a göre kavramlar bireylerin düşünmesini, anlamlı iletişim kurmasını sağlayan zihinsel araçlardır; bireyin çevresini ve olayları doğru anlamasını sağlamada önemli bir faktördür. Bu nedenle kavramın nasıl öğrenildiğini bilmek önem teşkil etmektedir. Ülgen (2004) kavramlarda olması gereken özelliklerle ilgili olarak kavramların anlamlarının kişilerin yaşantılarına göre zaman içinde değişebileceğini, bireyden bireye değişkenlik gösterebileceğini; kavramların çok boyutlu olduğunu, olay ve nesnelerin hem dolaylı hem de doğrudan gözlenebilen özelliklerinin olabileceğini ve kendi içlerinde belirli ölçütlere göre gruplandırılabilceğini belirtmiştir.

2.2 Kavram Yanılıgısı

Piaget (1985)'e göre kavram yanılıgıları bir yapı gibidir ve birbiri üzerine eklenir. Kavram yanılıgıları bilgi eksikliğinden oluşan bir boşluk gibi başlar ve bu boşluk öğretmen adaylarının sahip oldukları bilimsel olmayan bilgiler ve yaşanan deneyimler ve en önemlisi öğretmenler tarafından verilen niteliksiz öğretim ile rastgele dolar. Rowell, Dawson ve Harry (1990) tarafından yapılan çalışmada öğrenciler tarafından doğru şekilde öğrenilmeyen bilgilerin ileride mutlaka kavram yanılıgısı olarak ortaya çıkacağı belirtilmiştir.

Aşçı, Özkan ve Tekkaya (2001)' ya göre kavram yanılıgıların oluşmasında etkili olan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

1. Günlük konuşma dilinin bilimsel dilden uzak olması, kelimelerin ve sembollerin yanlış yorumlanması,
2. Öğrenen kişinin geçmişte edindiği bilgiler,
3. Öğretmenin konuya hâkim olmaması,
4. Ders kitaplarının hata ve yanlış bilgi içermesi,

5. Öğrenciyi ezbere yönlendirmek,
- 6 Öğrenilecek konunun öğretmen adayının bilişsel gelişim seviyesine uymaması,
7. Öğrenilecek konu için kullanılan yöntemlerin uygun olmaması.

Wessel (1999) öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarının; kavramın bilimsel olarak kullanıldığı anlamından farklı olduğunu, cinsiyet, yaş, yetenek ve kültürel yaşantıya göre değişiklik gösterebileceğini, geleneksel öğretim metotları ile değiştirilemeyeceğini, değiştirmek için kullanılan farklı öğretim yöntemleri ile istenen değişikliğin sağlanamayabileceğini, muhafaza edilmesi için çaba gösterileceğini ve farklı kavramlarla etkileşerek tahmin edilemeyecek öğrenmelere neden olabileceğini belirtmiştir.

2.3 Alan Yazın Taraması

Kavram yanlışlarının belirlenmesi ve ortadan kaldırılması eğitim araştırmalarında popüler bir araştırma alanı iken Taşkın'ın (2022) kavram yanlışları ile ilgili yüksek lisans ve doktora çalışmalarını incelediği içerik analizinde son yıllarda kavram yanlışlığı ile ilgili çalışma sayısının oldukça az olduğu, 2007-2017 yılları arasında matematik ve fen eğitimi alanında kavram yanlışlığına ilişkin tezlerin örneklem grubuna göre yapılan incelemeler sonunda 8. sınıf fizik öğrenme alanında hiç tez çalışması bulunmadığı tespit edilmiştir.

Aşağıda elektrostatik konusunda kavram öğretimi, kavram yanlışlarının tespiti, kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramsal anlama ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmektedir.

2.3.1 Kavram Öğretimi

Fen eğitimin en önemli amaçlarından birisi, öğretmen adaylarının fen kavramlarını ezberlemeden anlamlı öğrenerek bu kavramları gereksinimleri doğrultusunda kullanmalarını sağlamaktır. Coştu, Karataş ve Ayas (2003) lise öğrenci grubuyla etkili kavram öğretimini sağlamak amacıyla yaptığı çalışmada fen eğitiminde soyut kavramların öğretiminin somutlaştırarak yapılmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Bu konuda Gomez and Duran'ın (1998) elektriğin temel kavramlarıyla ilişkili anlamdan kaynaklanan farklı didaktik problemlerin analizini yaptıkları çalışmaya göre hem statik elektrik hem de elektrik akımı konularının açıklanmasında kullanılan artı ve eksi yük kavramları soyut kavramlar olduğu için öğrenciler tarafından anlaşılmasının güç olduğu bulunmuştur.

Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) ilköğretim öğrencileriyle elektriklenme, şimşek ve yıldırım kavramlarının öğretimi üzerine yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının okuldan edindikleri bilgilerle günlük hayatta edindikleri bilgiyi doğru yapılandıramadıklarını, okuldan edindikleri bilgilerin kavramsal öğrenmeyi tamamlaması konusunda yeterli olmadığını belirtmiştir.

2.3.2 Kavram Yanılgılarının Tespiti

Kavram yanılgılarının öğretmen adaylarının başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde öğretmen adaylarının sahip oldukları yanılgıların tespit edilmesi öğretimi geliştirmede oldukça önemli bir adımdır. Öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgıları eğitim-öğretimin belirli bir kademesinde olmayıp okul öncesinden başlayarak yaşam boyu devam edebilmektedir.

Ülger ve Deveci (2013) ilköğretim düzeyi fizik konularında kavram yanılgıları ile ilgili yaptığı çalışmada ulusal alan yazında ilköğretim düzeyinde kavram yanılgıları araştırmalarında sadece kavram yanılgılarının tespit edildiği tespit edilmiştir. Uluslararası alan yazında ise yer alan çalışmaların bazılarında yaşantı sonucu oluşan yanlış düşüncenin ilişkili olduğu kavramlar ele alınarak kavram yanılgılarının belirlenmeye çalışıldığı tespit edilmiştir.

Köse, Coştu ve Keser (2003)' in yaptığı çalışmada, uluslararası alan yazında kavram yanılgılarını belirlemede ve gidermede birçok yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Kavram Haritaları, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA), Durumlarla İlgili Yapılan Mülakat, Olaylarla İlgili Yapılan Mülakat, Kavramlarla İlgili Yapılan Mülakat, Çizimler ve Kelime İlişkilendirme bu yöntemler arasında yer almaktadır. Bunlardan başka öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının belirlenmesinde kavram çarkı diyagramı, V diyagramı, biçimlendirici yoklama sorular, analogiler, TGA (tahmin-gözlem-açıklama), iki ve üç aşamalı kavram testleri gibi farklı tekniklerin kullanıldığı da görülmektedir.

McDermott ve Shafer (1992)'in fizik eğitimi grubu öğretmen adaylarının elektrik devrelerine ilişkin anlayışlarının araştırılması ve sonuçlarının müfredat geliştirme için bir rehber olarak kullanılabilmesinin amaçlandığı çalışmada çoğu öğretmen adayının öğretim sırasında bilgiyi doğru kullanmalarına rağmen öğretim sonrası konu ile ilgili fikirleri sorulduğunda yine kendi kavram yanılgılarında ısrar ettikleri belirtilmiştir.

Ayvacı, Özsevgeç ve Cerrah (2004) yıldırım kavramının, okulöncesi dönemden üniversite sonlarına kadar öğrenciler tarafından nasıl algılandığını araştırmışlardır. Öğretmen adaylarının yıldırım bulutların birbirine çarpması olarak tanımladıkları, doğa olaylarını duyu organları ve görselliği ön planda tutmaları nedeniyle de yıldırım kavramıyla ilgili eksik ve/veya yanlış bilgilerinin olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Yeltekin Atar, Aykutlu ve Bayrak (2021), Türkiye’de son 10 yılda fizik eğitiminde kavram yanlışları ile ilgili yaptığı çalışmada kavram yanlışlarının tespit edilmesi üzerine daha fazla çalışma bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışma grupları incelendiğinde özellikle öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri ile çalışmaların yapıldığı dikkati çekmektedir. En az çalışma yapılan grubun okul öncesi öğrencileri ve sahada aktif olan öğretmenler üzerinde yapıldığı tespit edilmiştir. Özellikle 2018 yılında kavram yanlışlığı üzerine çok fazla araştırma yapıldığı da tespit edilmiştir.

Aydın ve Özkara (2011) fen bilgisi öğretmenliği öğretmen adaylarının atmosferde meydana gelen doğal elektriklenme konusundaki kavram yanlışları ve bilgi eksiklerinin belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmada yıldırımın şimşek, şimşeğin yıldırım olarak düşünülerek şimşek ve yıldırım olaylarının birbirine karıştırıldığı, yıldırımın meydana gelişinde sadece negatif yüklü buluttan yeryüzüne elektrik yükü geçişi olduğu ve pozitif yüklerin de negatif yükler gibi hareket ettiği şeklinde kavram yanlışları tespit edilmiştir.

2.3.3 Kavram Yanlışlarının Giderilmesi

Kavram yanlışlarını gidermeye çalışmak, kavram yanlışlarının saptanmasından daha zordur. Riche (2000)’ ye göre kavram yanlışları düzeltilmediğinde gerçek öğrenmeyi engelleyerek daha da güçlenebilmekte, öğretmen adaylarının gelecekteki öğrenme hayatlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Demir ve Sezek (2009) bu konuda önlemleri alınmayan kavram yanlışlarının üst sınıflara taşındığı, hatta öğretmen adaylarındaki yanlışlarının giderilemediğinde öğrencilere aktarılacağını ifade etmişlerdir. Dikici, Türker ve Özdemir (2010) psikoloji, çevre ve sosyokültürel yapı gibi etkenlerden öğretmen adaylarının anlamlı öğrenmelerinin önündeki engeller olarak bahsetmişlerdir.

Balım, İnel ve Evrekli (2008) kavram karikatürlerinin öğretmen adaylarının derse karşı ilgi ve dikkatlerini artıran, dersi daha iyi anlamalarını sağlayan bir araç olarak ifade etmişlerdir. Kavram yanlışlarını gidermek için çoğunlukla kavram karikatürleri (Balım İnel ve Evrekli,

2008; Kabapınar, 2005) ve kavramsal değişim metinleri (Karakuyu ve Tüysüz, 2011) yöntemlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Çiğdemtekin (2007) 10. sınıf öğrencileriyle elektrostatik konusunda oluşabilecek kavram yanlışlarının karikatüristik yolla giderilmesi için yaptığı çalışmada nötr cisimlerde yük olmadığı, statik elektriğin sürtünme ile oluştuğu, statik elektriğin elektronlardan oluştuğu, yüklerin “artı” ve “eksi” olarak adlandırıldığı, yüklenmiş cismin sadece bir tip yüke sahip olduğu kavram yanlışısına sahip oldukları görülmüştür.

2.3.4 Kavramsal Anlama

Mintzes, Wandersee ve Novak (1997)’ a göre 30 yıldan daha uzun bir süredir fen öğretimi üzerinde yapılan çalışmalar öğretmen adaylarının fen bilimlerindeki kavramları anlamakta başarısız olduklarını ortaya koymuştur. Fizik müfredatının önemli konularından biri olan elektrik konusu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunluğu elektrik devreleri, elektrik ve manyetizma konuları üzerinedir. Fakat elektrostatik konusu ile sınırlandırılan çalışma sayısının çok az olduğu görülmüştür. Elektrostatik konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine yapılmış çalışmalar aşağıda incelenmiştir:

Yıldız ve Küçüközer (2017) tarafından ilköğretim 7. sınıflarda öğrenim gören öğretmen adaylarının elektrostatik konusuna ilişkin kavramsal anlamalarını belirlemek için yapılan çalışmada öğretmen adaylarının pozitif yüklerin etki ile elektriklenme nedeniyle hareket edebildiği kavram yanlışısına sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının genel olarak yüklü ve nötr cisim kavramlarını kavradıkları, büyük oranda aynı yüklerin birbirlerini ittikleri farklı yüklerin birbirlerini çektikleri kavramsal anlamasına sahip oldukları belirlenmiştir. Yüklü cisimlerin birbirleriyle etkileşimi anlaşılmışken, nötr bir cisim ile yüklü bir cisim arasında etkileşim olacağının düşünülmediği görülmüştür.

Guruswamy, Somars ve Hussey (1997)’ in ortaokul ve lise öğretmen adaylarının yük transferini kavramsal anlamaları üzerine yaptıkları çalışmada zıt yüklü iki cisim birbirine dokundurulduğunda cisimlerden biri nötr olana kadar aralarından yük transferinin devam ettiği, herhangi yüklü cisim ile nötr cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük transferinin gerçekleşmediği, cisimlerin ilk baştaki yüklerinin işaretleri ne olursa olsun birbirlerine dokundurulduktan sonra yüklerinin aynı kaldığı, zıt yükle yüklü iki metal cisim birbirine dokundurulduğunda aralarındaki yük transferi bu iki cisim üstünde net yükün sıfır

olması ile sonuçlandığı, iki metal cisim birbirine dokundurulduğunda yük transferi sonucunda yük miktarlarının eşit olduğu, aynı yük işaretine sahip iki metal cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük transferinin gerçekleşmediği kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür.

Harrington (1999)' in üniversiteye giriş fizik dersinde öğretmen adaylarının elektrik kavramlarını anlamaları üzerine yapılan çalışmada öğrenciler için nötr kavramının negatif kelimesi ile aynı anlama geldiği ve öğretmen adaylarının nötr cisimle yüklü bir cisim arasında herhangi bir etkileşim olmadığı, nötr cisimle yüklü cisim arasında temas olmadan etkileşim olmadığı kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırma Modeli

Cresswell ve Plano Clark (2007) araştırma problemini nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin tek başına cevaplandırılmaması durumunda ikisinin birden kullanılmasını tavsiye etmektedir. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bu yönteme karma araştırma yöntemleri denilmektedir (Gökçek, 2019; s.391). Nicel ve nitel araştırma dizisinin kesin bir sıra ile yürütüldüğü sıralı karma araştırma modelinde amaç açıklama yapmak ise nicel araştırmayı nitel araştırma yöntemi takip eder. Araştırmacı açıklama yapması gereken nicel bulguları belirler ve bulguları detaylandırmak için nitel verileri kullanır (Mertkan, 2015: 34-36).

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının elektrostatikğin temel kavramları konusuna ait kavramsal anlamaları iki fen eğitimi uzmanı tarafından hazırlanan test ile nicel olarak elde edilmeye çalışılmıştır. Nicel bulguların açıklanması amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen nitel veriler kullanılmıştır. Bu nedenle, bu çalışmada sıralı karma araştırma modelinden yararlanılmıştır.

Kavramsal anlama testinden elde edilen verileri desteklemek ve derinlemesine inceleme yapmak için nitel araştırmalarda en çok kullanılan teknik olan yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Roulston (2010) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği gibi mülakatta 20-30 sorunun sorulduğu bir anket çalışması gibi yaklaşılmamış, soruların sayısal çokluğu yerine niteliğine, araştırma konusu ile ilişkili olmasına ve yeterli çeşitliliğe sahip olmasına dikkat edilmiştir. Temel sorularla birlikte katılımcıya ayrıntı, açıklama amaçlı sonda sorular da yönlendirilmiştir.

3.2 Örneklem

Çalışmanın örneklemini Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 4. Sınıf öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışmada elde edilen veriler 2006-2017 yılları arasında 340 öğretmen adayından toplanmıştır. Örneklem büyüklüğü Tablo 3.1’de akademik döneme göre sınıflandırılmıştır. Tabloda boş bırakılan kısımlar o yıllarda veri toplanmadığını göstermektedir.

Tablo 3.1: Örneklem büyüklüğü

Akademik Dönem	I. Öğretim (N)	II. Öğretim (N)	TOPLAM
2006-2007	30	27	57
2007-2008	15	27	42
2008-2009	17	11	28
2011-2012	13	-	13
2012-2013	40	-	40
2013-2014	32	-	32
2014-2015	30	-	30
2015-2016	19	-	19
2016-2017	23	-	23
2017-2018	31	-	31
2018-2019	25	-	25
TOPLAM			340

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi (Ek C) kullanılmış, buna ek olarak ise öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve kısaltmaları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Veri toplama araçları.

Veri Toplama Araçları	Kısaltmaları
Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi	EKAT
Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler	YYG

3.3.1 Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi

Bu araştırmada kullanılan kavramsal anlama testi öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Kavramsal anlama testinde yer alan soruların tamamı açık uçludur ve öğretmen adaylarının cevabı açıklaması istenmektedir.

Elektrostatik kavramsal anlama testi dört açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Birinci soru topraklama kavramı, ikinci soru etki ile elektriklelenme, üçüncü soru topraklama, dördüncü soru yıldırım ve şimşek kavramları ile ilgilidir.

Testin Geçerlik ve Güvenirliği

Geliştirilen bir ölçme aracının uygunluğunun değerlendirilmesinde en önemli ölçütlerden birisi sahip olduğu geçerlik puanıdır. Geçerlik kavramı, bir maddenin ölçmek ya da tanımlamak istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğüyle ilgili bir kavramdır (Büyüköztürk, 2002). Geliştirilen EKAT'ın geçerlilik çalışması için hem kapsam geçerliği hem de yapı geçerliği incelenmiştir. Kapsam geçerliğinde kullanılan mantıksal yollar; uzman görüşlerine başvurma ve ölçekten alınan puanlarla aynı kapsamı ölçtüğü bilinen bir başka testten elde edilen puanlar arasındaki korelasyonun hesaplanmasıdır (Büyüköztürk, 2002). Geliştirilen EKAT'taki sorular olgusal olup kapsam geçerliliği için uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlara ait demografik özellikler tablo 3.3 'de verilmiştir.

Tablo 3.3: Uzmanlara ait bilgiler

Uzmanlık Alanı	Yaş	Tecrübe	Öğrenim düzeyi	Ünvanı
Fizik Eğitimi	49	20	Doktora	Profesör
Fizik Eğitimi	46	18	Doktora	Doktor
Fen Bilimleri	39	17	Lisans	Öğretmen
Fen Bilimleri	39	17	Lisans	Öğretmen
Fen Bilimleri	30	7	Lisans	Öğretmen
Türkçe	38	14	Yüksek Lisans	Öğretmen

EKAT Soru 1: Tango ve Cash filmindeki Kurt Russell ve Sylvester Stallone hapisaneden kaçmak için duvarın üstünden geçerken yüksek gerilim hattını kullanmaktadırlar. Gerilim hattının üzerine atlamadan önce Stallone Russell'a dönerek "Tavuk gibi kızaracağız" der. Russell da "Fizik dersi almadın değil mi? Tek bir tele dokunduğun ve ayakların yere değmediği sürece elektroşoka uğramazsın" şeklinde karşılık verir. Bu karşılık doğru mudur?

EKAT Soru 2: Yüklü bir cisim yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir bakır çubuk ile bir tahta çubuğun bir ucuna değmeyecek biçimde yaklaştırılıyor. Her bir durum için elektroskopun yapraklarının açılıp açılmayacağını aşağıya açıklayınız.

EKAT Soru 3: Akaryakıt taşıyan tankerlerin altına yere değecek şekilde bir zincir bağlı olduğunu görmüşsünüzdür. Sizce böyle bir durumun sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

EKAT Soru 4: Yukarıdaki resimde yüklü bir yağmur bulutu ve yeryüzü görülmektedir. Bir süre sonra yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım üştüğü gözleniyor. Yıldırım düşmesinin nedenini aşağıya açıklayınız. Ayrıca resim üzerinde yük dağılımlarını belirtiniz.

3.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Bu çalışmada görüşme sırasında görüşmeciye sonda sorularla esneklik sağlayan yarı yapılandırılmış görüşme metodu uygulanmıştır. Görüşme soruları kavramsal düzeyde olup elektrostatik kavramsal anlama testindeki açık uçlu soruları destekleyecek şekilde araştırmacı tarafından belirlenmiş ve Tablo 3.3'te yer alan uzmanlar tarafından gözden geçirilmiştir. Uzmanların önerileri doğrultusunda düzenlenen ve son halini alan görüşme formunda yer alan sorular Ek-B'de verilmiştir.

Yıldırım ve Şimşek (2016) tarafından belirtildiği gibi görüşmenin hem ön hazırlık sürecinde hem de mülakatlar boyunca görüşmeci tarafından katılımcıların “bilinçli onayını almak, özel hayatlarına saygı duymak, katılımcılara zarar vermemek ve onları yanıltmamak” gibi etik ilkelere dikkat edilmiş, nazik ve ölçülü bir dil kullanılmıştır.

Görüşmeler on gönüllü öğretmen adayı ile yapılmış olup 10-15 dakika aralığında gerçekleştirilmiştir. Görüşme öncesinde her öğretmen adayı ile görüşmelerdeki tüm bilgilerin sadece bu çalışmada kullanılacağı ve görüşmelerde herhangi bir bilgi kaybının yaşanmaması için ses kaydının yapılacağı bilgilerinin bulunduğu “Görüşme İzin Formu” (Ek A) kullanılmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

3.4 Veri Analizi

3.4.1 Kavramsal Anlama Testinin Analizi

Bu çalışmada uygulanan kavramsal anlama testi dört adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Driver and Easley'in (1978) yaptığı çalışmada belirttiği gibi açık uçlu soru tipindeki

soruların analizinde önceden belirlenen kategorilere göre kodlama yapmak uygun değildir. Bu sebeple verilerin analizinden elde edilen tüm kategoriler öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan oluşturulmuştur. Kocakülâh (1999) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi açık uçlu soruların analiz edilmesinde; öncelikle tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve verilen açıklamaları uygun tema isimleri vererek belli kategoriler altında toplama (ideographic) yaklaşımları kullanılmıştır. Analiz sırasında öğretmen adaylarının yanıtları tek tek ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Sorulara tam doğru yanıt veren öğretmen adayları” Tam Doğru Yanıt” kategorisinde, verdikleri yanıtları doğru olan fakat bir yönüyle tam doğru yanıtta daha az açıklama içeren yanıtlar ise “Kısmen Doğru Yanıt” kategorisinde gruplandırılmıştır. Tam doğru yanıt ve kısmen doğru yanıtlardan oluşan bu kategori “Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar” başlığı altında; bilimsel olarak hem doğru hem yanlış açıklama içeren yanıtlar “Hibrit Yanıt” başlığı altında; “Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir” ve “Hibrit Yanıtı”ın dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar “Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar” başlığı altında; anlaşılamayan ya da konu ile ilgili olmayan yanıtlar “Kodlanamaz” herhangi bir açıklama içermeyen yanıtlar ise “Yanıtsız” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Yanıtlar, türlerine göre A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir: A1. Tam Doğru Yanıt, A2. Kısmen Doğru Yanıt; B. Hibrit Yanıtlar; C. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez; D. Kodlanamaz; E. Yanıtsız olarak beş ana kategoride gruplandırılmıştır.

Veri analizine başlamadan önce 2009-2016 akademik yıllarına göre tablo 3.4’de öğretmen adaylarına numara verilmiştir.

Tablo 3.4: Öğretmen adaylarına atanan numaralar.

Akademik Dönem	Öğretmen Adayları Numaraları	
	I. Öğretim (N)	II. Öğretim (N)
2006-2007	1-30	31-57
2007-2008	58-72	73-99
2008-2009	100-116	117-127
2011-2012	128-140	
2012-2013	141-180	
2013-2014	181-212	
2014-2015	213-242	
2015-2016	243-261	
2016-2017	262-284	
2017-2018	285-315	
2018-2019	316-340	

Buna göre her bir öğretmen adayının cevabı değerlendirilerek uygun kategorilere yerleştirilmiştir. Yapılan bu kodlamanın güvenilirliğini belirlemek amacıyla kavramsal anlama testlerinde yer alan açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin analizinde araştırmacıdan kaynaklanabilecek hataların önlenmesi için aynı bireyler üzerinde yapılan ölçmeler farklı puanlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Çalışma grubu öğretmen adaylarına uygulanan EKAT arasından rastgele seçilen 30 öğretmen adayının kağıdı başka bir alan uzmanının değerlendirilmesine sunulmuştur.

Değerlendirme sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar ve kategorilendirme hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca gerekli görüldüğü durumda yeni kategoriler oluşturulması istenmiştir. Son olarak her soru için kategorilendirmeler karşılaştırılmış ve yanıt kategorilerinin tutarlılık yüzdesi aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır:

$$p = \frac{N_a \times 100}{N_t}$$

p: Tutarlılık yüzdesi

N_a: İki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci sayısı

N_t: Kodlanan toplam öğrenci sayısı

Açık uçlu sorular için araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasında elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları Tablo 3.5’ te verilmiştir.

Tablo 3.5: Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdesi.

Soru Numarası	P (tutarlılık yüzdesi)	Ortalama p
1	96	
2	94	
3	98	96
4	96	

Kabapınar (2005) çalışmasında iki farklı değerlendirmenin tutarlılık yüzdesi ne kadar yüksek olursa (%80’in üzerinde) araştırmanın güvenilir olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak analizlerden elde edilen bulgular, EKAT’in yüksek düzeyde güvenilirlik ölçütlerine sahip olduğunu göstermektedir.

Bulgular bölümde her bir kategori için öğretmen adayı yanıtlarından en çok tekrar eden yanıt örneği o kategori altında öğretmen adayı numarası ve öğretmen adayının kendisine seçtiği rumuz ile sunulmuştur. Verilen örnek yanıtta ki öğretmen adayı numarası ile yanıtın hangi akademik dönemde okuyan öğretmen adayına ait olduğunu göstermektedir.

Yanıt türlerinin, öğretmen adayı sayılarının ve yüzdelerinin bulunduğu kavramsal anlama testinin analizinin yapıldığı tablo 3.6 örneği aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.6: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testindeki sorulara verilen öğretmen adayı yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir														
2. Kısmen Doğru Yanıtlar														
B. Hibrit Yanıtlar														
Toplam (%)														
C. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez														
Toplam (%)														
D. Kodlanamaz														
Toplam (%)														
E. Yanıtsız														
Toplam (%)														

* Koyu renkli sütunlar ikinci öğretim, açık renkli sütunlar birinci öğretim öğretmen adaylarının verdiği cevapları göstermektedir.

3.4.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmelerin (YYG) analizi betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Betimsel analizin temel amacı olan toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Betimsel analiz;

- Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma,
- Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi,
- Bulguların tanımlanması ve
- Bulguların yorumlanması

sırasında aşamaların takip edilmesini gerektirmektedir. YYG sorularına verilen cevaplar EKAT'taki gibi "Tam Doğru Yanıt" ile "Kısmen Doğru Yanıt" kategorisindeki yanıtlar "Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar" başlığı altında; bilimsel olarak hem doğru hem yanlış açıklama içeren yanıtlar "Hibrit Yanıt" başlığı altında; "Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir" ve "Hibrit Yanıt" ın dışında kalan diğer kodlanabilir türden yanıtlar "Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar" başlığı altında; anlaşılamayan ya da konu ile ilgili olmayan yanıtlar "Kodlanamaz" ve herhangi bir açıklama içermeyen yanıtlar ise "Yanıtsız" kategorisinde olacak şekilde değerlendirilmiş ve yüzde değerleri belirlenmiştir.

Ayrıca YYG'de toplanan verilerde araştırmaya katılan bireylerin söylediklerinden doğrudan alıntılar yapılmış, EKAT'tan elde edilen verilerin desteklenmesi sağlanmıştır. Elektrostatik konusunda etki ile elektriklenme, topraklama ve yıldırım ile şimşek kavramları ile ilgili olarak yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, Elektrostatik Kavram Testi'nden elde edilen verileri güçlendirmek, desteklemek ve güvenilirliğini artırmak amacıyla yapıldığı için betimsel olarak sunulmuş ve sonuçlar diğer verilerle sentezlenerek verilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde “Fizik-2” dersindeki “Elektrostatik” konusundaki etki ile elektriklenme, topraklama, yıldırım ve şimşek kavramlarına ait öğretmen adaylarının cevapları sunulmaktadır. EKAT ’a öğretmen adaylarının verdikleri yanıtların yanında EKAT ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi olabilmek ve sonuçları desteklemek amacı ile on öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşme diyalogları da sunulmaktadır.

4.1 Topraklama Kavramı İle İlgili Bulgular

Bu kısımda EKAT birinci ve üçüncü soruya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ve elektrostatik kavramsal anlama testindeki birinci ve üçüncü soru ile ilgili yapılan görüşmelerdeki öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar sunulmaktadır.

EKAT 1: Tango ve Cash filmindeki Kurt Russell ve Sylvester Stallone hapisaneden kaçmak için duvarın üstünden geçerken yüksek gerilim hattını kullanmaktadırlar. Gerilim hattının üzerine atlamadan önce Stallone Russell’a dönerek “Tavuk gibi kızaracağız” der. Russell da “Fizik dersi almadın değil mi? Tek bir tele dokunduğun ve ayakların yere değmediği sürece elektroşoka uğramazsın” şeklinde karşılık verir. Bu karşılık doğru mudur? öğretmen adaylarının EKAT 1. soruya verdikleri yanıtlar aşağıda verilen Tablo 4.1’ de sunulmuştur.

Tablo 4.1: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 1.sorusuna verilen öğretmen adayları yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir														
1. Tam Doğru Yanıtlar									1		1			2
									(2.50)		(5.00)			(8.00)
Toplam (%)									1		1			2
									(2.50)		(5.00)			(8.00)
2. Kısmen Doğru Yanıtlar	21	17	13	23	7	7	8	27	25	18	12	14	19	14
	(70.00)	(62.96)	(86.66)	(85.18)	(41.17)	(63.63)	(61.53)	(84.37)	(60.00)	(60.00)	(60.00)	(60.86)	(61.29)	(56.00)
Toplam (%)	21	1	13	23	7	7	8	27	25	18	1	14	19	14
	(70.00)	7(62.96)	(86.66)	(85.18)	(41.17)	(63.63)	(61.53)	(84.37)	(60.00)	(60.00)	2(60.00)	(60.86)	(61.29)	(56.00)
B. Hibrit Yanıtlar		2												1
		(7.40)												(4.00)
Toplam (%)		2												1
		(7.40)												(4.00)

Tablo 4.1 (devam)

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
C. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez	7 (23.33)	8 (29.62)	2 (13.33)	3 (11.11)	9 (52.94)	4 (36.36)	4 (30.76)	5 (15.62)	10 (25.00)	11 (36.66)	5 (25.00)	6 (26.08)	10 (32.25)	8 (32.00)
Toplam (%)	7 (23.33)	8 (29.62)	2 (13.33)	3 (11.11)	9 (52.94)	4 (36.36)	4 (30.76)	5 (15.62)	10 (25.00)	11 (36.66)	5 (25.00)	6 (26.08)	10 (32.25)	8 (32.00)
D. Kodlanamaz	2 (6.66)			1 (3.70)	1 (5.88)		1 (7.69)		4 (10.00)	1 (3.33)	1 (5.00)	1 (4.34)	2 (6.45)	
Toplam (%)	2 (6.66)			1 (3.70)	1 (5.88)		1 (7.69)		4 (10.00)	1 (3.33)	1 (5.00)	1 (4.34)	2 (6.45)	
E. Yanıtsız											1 (5.00)	2 (8.69)		
Toplam (%)											1 (5.00)	2 (8.69)		

* Koyu renkli sütunlar ikinci öğretim, açık renkli sütunlar birinci öğretim öğretmen adaylarının verdiği cevapları göstermektedir.

Birinci sorunun tam doğru cevabı: “Doğrudur. Çünkü insan vücudu iletkenidir ve üzerinden elektrik akımı geçmesi ancak aralarında potansiyel farkı olan iki noktaya aynı anda temas etmesi ile mümkündür. Tek bir tel üzerinde potansiyel fark yoktur. Böylece üzerlerinden elektrik akımı geçmez ve bu durumdan zarar görmezler.” şeklinde olmalıdır.

Öğretmen adaylarının kavramsal anlama testinde yer alan birinci soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde ve tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında tam doğru yanıt verme oranının %1.10 olduğu görülmüştür. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %8 ile 2018-2019 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Tam doğru yanıt veren öğretmen adaylarının yanıtlarında, tellerin aralarında potansiyel fark oluşması nedeniyle elektrik akımı oluştuğu vurgusunu yapmış ve bunun yanında günlük hayattan örnekler vermiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak tam doğru yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Dido rumuzu ile verilen öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 340 numaralı öğretmen adayı Dido rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt aşağıda verilmiştir.

340 numaralı öğretmen adayı rumuz Dido'nun yanıtı: “Doğrudur. Örneğin kuşlar tek telde elektrik çarpmadan durabiliyor fakat iki tele bastıklarında elektrik çarpıyor çünkü bir telden diğerine potansiyel fark nedeniyle elektrik akımı oluşur. Tek elde dururken potansiyel fark oluşmaz” şeklindedir.

Genel olarak birinci sorunun kısmen doğru yanıtı: “Doğrudur. Ayakları yere değmediği ve tek tele dokunduğu için yük geçişi olmaz.” şeklinde ortaya çıkmıştır. Bu kategoride, öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarda potansiyel fark kavramını kullanmadıkları ya da tek bir durum hakkında açıklama yaptıkları tespit edilmiştir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının hibrit yanıt verme değerinin %67.90 ile en fazla yanıt verilen kategori olduğu tespit edilmiştir. Yanıtların akademik yıllara göre dağılımı göz önünde bulundurulduğunda düzenli bir artış ya da azalmanın görülmediği, en fazla kısmen doğru yanıtın %86.66 ile 2007-2008, en az kısmen doğru yanıtın da % 41.17 ile 2008-2009 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak kısmen doğru yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Noname rumuzu ile verilen öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 316 numaralı öğretmen adayı Noname rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt aşağıda verilmiştir.

316 numaralı öğretmen adayı rumuz Noname'in yanıtı: "Doğrudur. Tellere konan kuş örneğine benzer bir olaydır. Devreyi tamamlamadıkları için elektroşoka uğramamışlardır. Kuşlar da diğer tele değmediği sürece elektrik çarpmasına uğramazlar." şeklindedir.

Birinci soru için ortaya çıkan hibrit yanıt: "Tek bir tel üzerinde ya da ayakları yere değdiğinde insan vücudu üzerinden akım geçmez. Tek tele temas halinde ve ayakları yere değdiğinde insan vücudunun iletken olması sebebiyle üzerinden akım geçecek dolayısıyla elektroşoka uğrayacaklardır." şeklinde örneklenebilir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında hibrit yanıt verme değerinin %0.78 ile oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %7,4 ile 2006-2007 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Hibrit yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Welcome to rumuzu ile yanıt veren öğretmen adayının yanıtına benzer şekilde, hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir. 332 numaralı öğretmen adayı Welcome to rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt aşağıda verilmiştir.

332 numaralı öğretmen adayı rumuz Welcome to'nun yanıtı: "Yarısı doğru yarısı yanlıştır. Tek bir tele dokunduğu zaman elektrik çarpmaz. Ama ayakları yere değmediği sürece demesi yanlıştır. Ayakları yere değerse elektrik çarpmaz çünkü topraklama olur." şeklindedir.

Birinci soruya verilen yanıtlar arasında "Yanlıştır. Çünkü tek tele dokunduğunda ya da ayakları yere değmediğinde de elektroşoka uğrar." şeklinde bilimsel doğrular içermeyen ifadeler, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. En fazla bilimsel olarak kabul edilemez yanıtın %52.94 ile 2008-2009 akademik döneminde verildiği, en az bilimsel olarak doğru kabul edilemez yanıtın ise %11.11 ile 2007-2008 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Sorunun sadece tek bir kısmını yanıtlayan ve yanlış yazılan yanıtlar ya da her iki kısmı için de yazılan yanlış yanıtlar bu kategoride bulunmaktadır. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen yanıtı veren öğrencileri temsilen 321 numaralı öğretmen adayı Newton rumuzlu öğretmen adayının yanıtı aşağıda verilmiştir.

321 numaralı öğretmen adayı rumuz Newton'un yanıtı: "Doğru bir karşılık değildir. Ayakları toprağa değmesi gerekli. Bu şekilde yük geçişi olup elektroşoka uğramaz." şeklindedir.

Birinci soru için kodlanamaz yanıtı soru ile ilgili olmayan tüm yanıtlar olarak kabul edilmiştir. Hemen hemen her yıl soru ile ilgisiz yanıt veren öğretmen adaylarının olduğu tespit edilmiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurulduğunda kodlanamaz yanıt oranının %10 ile en fazla 2013-2014 akademik döneminde verildiği, verilen cevapların birbirine benzerlik göstermediği tespit edilmiş olup bu yanıtlardan rastgele seçilen 36 numaralı öğretmen adayı Denge rumuzlu öğretmen adayının yanıtı aşağıda paylaşılmıştır.

36 numaralı öğretmen adayı rumuz Denge'nin yanıtı: "iki tele değseydi buluta, diğer buluttan geçen yük, telden tele Russell sayesinde geçer. Russell da kızarır." şeklindedir.

EKAT'ın birinci sorusuna hiç açıklama yapmayıp yanıtız kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının tüm akademik yıllar göz önünde bulundurulduğunda % 0,88 ile 2015-2016 ve 2016-2017 akademik yıllarında gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarıyla topraklama konusunda yapılan görüşmeden elde edilen veriler topraklamanın tanımı, topraklamanın amacı ve topraklamanın nasıl gerçekleştiği başlıkları altında gruplandırılarak tablolaştırılmış ve yanıt yüzdeleri Tablo 4.2, Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.2: Topraklamanın tanımı ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklama nedir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul		
Edilebilir		
Tam Doğru	Yük fazlalığı olan cismin nötrlenmesidir. (Ö5, Ö1, Ö3) Artı ve eksi yükleri birbirine eşitlenmesidir. (Ö9) Cismin nötrlenmesi işlemidir. (Ö2)	50
Kısmen doğru	Eksi yüklerin toprağa verilmesidir. (Ö6) Cisimdeki fazla yükün torağa aktarılmasıdır. (Ö7)	20
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Bizim elektriğimizin toprağa aktarılmasıdır. (Ö4) Toprağın gelen akımı çekilmesidir. (Ö8)	20
Kodlanamaz	Toprak prizler(Ö10)	10
Yanıtsız		

Tablo 4.3: Topraklamanın amacı ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklamanın amacı nedir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel Kabul		
Edilebilir		
Tam Doğru	Tehlikeleri engellemektir. (Ö7) Cismin nötrlemektir. (Ö3, Ö5, Ö1, Ö2, Ö9)	60
Kısmen doğru		
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Bizim toprağa ya da topraktan bize yük geçişidir. (Ö4) Akımı bitirmektir. (Ö8) Eksileri azaltıp artıları artırmaktır. (Ö6)	30
Kodlanamaz	Topraktan geliyor. (Ö10)	10
Yanıtsız		

Tablo 4.4: Topraklamamın nasıl gerçekleştiği ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklama nasıl gerçekleşir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	İletken telin bir ucu yük fazlalığı olan cisme diğer ucu toprağa bağlanır. Örneğin cisim artı yüklüyse topraktan cisme elektron geçişi, cisim eksi yüklüyse cisimden toprağa elektron geçişi olur. (Ö1, Ö2, Ö5, Ö9)	40
Kısmen doğru	Elektrik yüklü cisimden tel ile yüklerin toprağa aktarılması ile gerçekleşir. (Ö7) Sadece negatif yükler hareket eder. (Ö4)	20
Hibrit yanıt	Yüklü cismin bakır tel ile toprağa bağlanması ile gerçekleşir. Eksi yüklüyse artı yükler topraktan cisme geçer. (Ö3)	10
Bilimsel kabul edilemez		
Kodlanamaz	Akımı itme, çekme olmayacak şekilde nötrlüyor. (Ö8)	10
Yanıtsız	Bir fikrim yok. (Ö6, Ö10)	20

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, tam doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen Öğretmen adayı 1 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir ve amacıyla ilgili ne düşüncelerini alabilir miyim?

Öğretmen Adayı 1: Topraklama bir cismi nötrlemek yani yüklü bir cismi nötrlemek için kullanılır.

Araştırmacı: Topraklama nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 1: İletken bir tel ile topraktan pozitif yüklü cisme negatif yük geçişi oluyor. Pozitif yük ile negatif yük sayısı eşitlenene kadar devam ediyor ve sonra nötrleniyor.

Araştırmacı: Peki negatif yük fazlalığı olan bir cisim olsa?

Öğretmen Adayı 1: O zaman negatif yüklü cisimden toprağa negatif yük geçişi oluyor. Amacımız nötrlemek olduğu için cismin içindeki pozitiflerle eşitlenene kadar toprağa negatif yük geçişi olur.

Öğretmen Adayı 1: Topraklamanın amacının yük fazlalığı olan cismi nötrlemek olduğunu belirtmiştir. Topraklamanın nasıl gerçekleştiğini de sadece – yüklerin hareket edebileceği bilgisi ile açıkladığı görülmüştür. + yük fazlalığına sahip bir cisme iletken bir tel aracılığı ile topraktan – yüklerin geçtiği, - yük fazlalığına sahip cismin – yük fazlalığını iletken bir tel yardımıyla toprağa aktarıldığını ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, kısmen doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 7 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir ve amacı ne olabilir?

Öğretmen Adayı 7: Cisimdeki fazla yükün toprağa geçip tehlike oluşturmasını engellemek gibi bir şey.

Araştırmacı: Nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 7: Mesela elektrik yüklü bir cisimden bir tel gibi bir şey uzatılıp toprağa topraklama olarak yapılır. Oradan teldekilerden de yükler toprağa geçer geçtikten sonra da tehlike kalkar.

Araştırmacı: Günlük hayattan örnekler verebilir misin?

Öğretmen Adayı 7: Çatılarda direkler oluyordu. Adını hatırlayamadım.

Araştırmacı: Paratoner.

Öğretmen Adayı 7: Evet paratoneri örnek verebiliriz.

Öğretmen adayı 7, topraklamanın amacını tehlikeleri önlemek için cisimdeki yük fazlalığının ortadan kaldırılması şeklinde açıklamıştır. Cismin iletken bir tel yardımı ile toprağa temas etmesi gerektiğini belirtmiştir. Artı ya da eksi yüklü bir cismin topraklanması sırasında gerçekleşen durumu ayrıntılı olarak açıklamamıştır.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 3 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir, topraklamanın amacı nedir?

Öğretmen Adayı 3: Genelde elektrik işleriyle uğraşanlar yüklü cismi nötrlemek için bakır tel ile toprağa bağlantı yaparlar. Elektriklenme olunca bakır tel onu nötrliyor diye biliyorum.

Araştırmacı: Amacımız nedir?

Öğretmen Adayı 3: Amacımız nötrlemek.

Araştırmacı: Hangi cisimleri topraklarız?

Öğretmen Adayı 3: Herhangi bir yük diye hatırlıyorum ama yanlış da olabilir.

Araştırmacı: Artı yük fazlalığına ya da eksi yük fazlalığına sahip bir cisimi topraklayabilir miyiz?

Öğretmen Adayı 3: Evet topraklayabiliriz.

Araştırmacı: Artı yük fazlalığına sahip bir cisimi toprakladığımızda yük geçişleri nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 3: Topraktan eksi yüklü gelir ve cisim nötrlenir.

Araştırmacı: Eksi yük fazlalığına sahip bir cisim topraklanması nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 3: Topraktan artı yükler gelir ve cisim nötrlenir.

Öğretmen adayı 3, topraklamanın amacının yük fazlalığı olan cisimi nötrlemek olduğunu belirtmiştir. Artı yük fazlalığına sahip bir cisme iletken bir tel aracılığı ile topraktan eksi yüklerin geçtiğini belirtmiş fakat eksi yük fazlalığına sahip cisme topraktan artı yük geçişi olacağı ile ilgili yanlış kavramsal anlamaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 4 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir? Topraklamanın amacıyla ilgili ne düşünüyorsun?

Öğretmen Adayı 4: Topraklama bizim elektriğimizin fazlasını toprağa aktarma oluyor. Bizden toprağa ya da topraktan bize yük geçişi oluyor.

Araştırmacı: Yük durumlarını göz önünde bulundurursak tam anlamıyla nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 4: Sadece negatif yüklerin hareket ettiğini söyleyebilirim. Başka da bir fikrim yok.

Öğretmen adayı 4 'ün yanıtı topraklamanın amacı, nasıl gerçekleştiği sorusuna verdiği yanıtların bilimsel bilgi içermemesi nedeniyle bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde değerlendirilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, kodlanamaz yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 8 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Arařtırmacı: Topraklama nedir? Amacıyla ilgili ne dűşünüyorsun?

Öğretmen Adayı 8: Topraklama, gelen akımı çekiyor. Yalıtkan bir şey galiba toprak. Akımın fazlalığını, gelen akımı alıyor ve oradan akım geçmiyor. Akımı bitiriyor galiba.

Araştırmacı: Peki nasıl gerçekleşiyor?

Öğretmen Adayı 8: Toprakta da bir yük var. Gelen akımı itme ve çekme olmayacak şekilde nötrlüyor.

Öğretmen adayı 8'in verdiği yanıtlar soru ile ilgili yanıtlar içeremediği için kodlanamaz kategorisinde değerlendirilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, öğretmen adayları tüm soruları yanıtladığı için yanıtız kategorisinde değerlendirilen herhangi bir görüşme kaydı bulunmamaktadır.

Kavramsal anlama testinde topraklama kavramı ile ilgili bir diğeri soru olan üçüncü soru aşağıda verilmiştir:

EKAT 3: Akaryakıt taşıyan tankerlerin altına yere degecek şekilde bir zincir bağı olduğunu görmüşsünüzdür. Sizce böyle bir durumun sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

Öğretmen adaylarının EKAT 3. soruya verdikleri yanıtlar aşağıda verilen Tablo 4.5 'de sunulmuştur.

Tablo 4.5: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 3.soru öğretmen adayları yanıt kategorileri ve yüzdeleri.

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir														
1. Tam Doğru Yanıtlar		4	2		2			2						2
		(14.81)	(7.40)		(18.18)			(6.25)						(8.00)
Toplam (%)		4	2		2			2						2
		(14.81)	(7.40)		(18.18)			(6.25)						(8.00)
2. Kısmen Doğru Yanıtlar	15	16	17	6	8	12	12	17	16	15	11	13	16	17
	(50.00)	(59.25)	(62.96)	(40.00)	(72.72)	(70.58)	(92.30)	(53.12)	(40.00)	(50.00)	(57.89)	(56.52)	(51.61)	(68.00)
Toplam (%)	15	16	17	6	8	12	12	17	16	15	11	13	16	17
	(50.00)	(59.25)	(62.96)	(40.00)	(72.72)	(70.58)	(92.30)	(53.12)	(40.00)	(50.00)	(57.89)	(56.52)	(51.61)	(68.00)
B. Hibrit Yanıtlar	12	3	1	3	1	1	1	8	10	4	1	1	6	6
	(40.00)	(11.11)	(3.70)	(20.00)	(9.09)	(5.88)	(7.69)	(25.00)	(25.00)	(13.33)	(5.26)	(4.34)	(19.35)	(24.00)
Toplam (%)	12	3	1	3	1	1	1	8	10	4	1	1	6	6
	(40.00)	(11.11)	(3.70)	(20.00)	(9.09)	(5.88)	(7.69)	(25.00)	(25.00)	(13.33)	(5.26)	(4.34)	(19.35)	(24.00)

Tablo 4.5 (devam)

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
C. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez	3 (10.00)	3 (11.11)	7 (25.92)	5 (33.33)		4 (23.52)		3(9.37)	8 (20.00)	8 (26.66)	6 (31.57)	6 (26.08)	5 (16.13)	
Toplam (%)	3 (10.00)	3 (11.11)	7 (25.92)	5 (33.33)		4 (23.52)		3 (9.37)	8 (20.00)	8 (26.66)	6 (31.57)	6 (26.08)	5 (16.13)	
D. Kodlanamaz				1 (6.66)				1 (3.12)			1 (5.26)	2 (8.69)	2 (6.45)	
Toplam (%)				1 (6.66)				1 (3.12)			1 (5.26)	2 (8.69)	2 (6.45)	
E. Yanıtsız		1 (3.17)						1 (3.12)	6 (15.00)	3 (10.00)		1 (4.34)	2 (6.45)	
Toplam (%)		1 (3.17)						1 (3.12)	6 (15.00)	3 (10.00)		1 (4.34)	2 (6.45)	

* Koyu renkli sütunlar ikinci öğretim, açık renkli sütunlar birinci öğretim öğretmen adaylarının verdiği cevapları göstermektedir.

Öğretmen adaylarının kavramsal anlama testinde yer alan üçüncü soruya verdikleri yanıtların aritmetik ortalama değerleri hesaplandığında öğretmen adaylarının %57.35'inin bilimsel olarak kabul edilebilir, %17,05'inin hibrit yanıt, %15.88'inin ise bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir.

Üçüncü sorunun tam doğru cevabı: “Akaryakıt tankerinin hareketi sırasında oluşabilecek statik elektriğe karşı tankerden asfalta ya da asfalttan tankere iletken zincir ile güvenli yük deşarjını sağlayarak uçucu sıvılar nedeniyle meydana gelebilecek kazaların önlenmesini sağlamaktır.” şeklinde olmalıdır.

Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının tam doğru yanıt verme oranının %3.12 olduğu tespit edilmiştir. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %18.18 ile 2008-2009 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Tam doğru yanıt veren öğretmen adayları topraklamanın cisimden toprağa ya da topraktan cisme doğru olabileceği açıklamasını yapmışlardır. Bunun yanında tankerin hareketi sırasında sürtünme ile elektriklenebileceği ve uçucu yakıtların tutuşma sıcaklıklarının düşük olması sebebiyle oluşabilecek tehlikelerden korunma amacıyla yapıldığından da bahsetmişlerdir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak tam doğru yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Fahreneit rumuzu ile verilen öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 31 numaralı öğretmen adayı Fahreneit rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının verdiği yanıtı temsilen aşağıda verilmiştir.

31 numaralı öğretmen adayı rumuz Fahreneit'in yanıtı: “Havanın sürtünmesi ile tankerde yük birikmesi olur. Akaryakıtın alev alması çok kolay olduğu için demir zincir ile topraklama sağlanır ve tankerdeki yükler eşitlenerek nötr hale gelir.” şeklindedir.

Üçüncü sorunun kısmen doğru yanıtı: “Topraklama yapılarak, oluşabilecek tehlikeleri önlemektir.” şeklinde olmalıdır. Bu kategoride, öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarda öğretmen adaylarının tamamının topraklamanın tankerden yere doğru olduğu vurgusu yapıldığı dikkat çekicidir. Oysaki tankerde biriken yük fazlalığının pozitif olması durumunda yerden tankere doğru da yük akışının gerçekleşebileceğinden bahsedilmemiştir. Bunun yanında bu kategoride değerlendirilen tüm yanıtlarda tehlikeli durumların önlenmesinden bahsedilmiştir.

Kısmen doğru yanıt, tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında %53.83 ile öğretmen adaylarının en fazla yanıt verdikleri kategori olmuştur. En az kısmen doğru yanıtın da %6 ile 2007-2008 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak kısmen doğru yanıtı veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Açelya rumuzu ile verilen öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 57 numaralı öğretmen adayı Açelya rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının verdiği yanıtı temsilen aşağıda verilmiştir.

57 numaralı öğretmen adayı rumuz Açelya'nın yanıtı: “Bu durumun sebebi topraklama yapmak içindir. Yani tankerde olası bir yük birikmesi ve bunun sonucunda patlama olmaması için zincir takarlar. Fazla yükler toprağa aksın diye” şeklindedir.

Üçüncü sorunun hibrit yanıtı: “Topraklama sadece eksi yük fazlalığına sahip cisimlere yapılır ve cismin nötr olmasını sağlar.” şeklindedir.

Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının hibrit yanıt verme değerinin %17.05 olduğu tespit edilmiştir. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %40 ile 2006-2007 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Hibrit yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Gönülkuşu rumuzu ile yanıt veren öğretmen adayının yanıtına benzer şekilde, hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir. Gönülkuşu rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının verdiği yanıtı temsilen aşağıda verilmiştir.

61 numaralı öğretmen adayı rumuz Gönülkuşu'nun yanıtı: “Tankerdeki yükü nötrlemek içindir. Çünkü toprak eksi yükleri nötrler.” şeklindedir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? amacı nedir? ve nasıl gerçekleştirilir? sorularına on öğrenciden sadece bir öğretmen adayının verdiği hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. Öğretmen adayı 3 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir, topraklamanın amacı ile ilgili ne düşünüyorsunuz?

Öğretmen Adayı 3: Topraklamayı tam bilmiyorum. Negatif yükleri cisimden atma diye biliyorum. Çünkü toprakta genelde pozitif yükler bulunur ve bizim gergin olduğunuz zaman toprağa basmamızı örnek verebilirim.

Öğretmen adayı 3 topraklamanın amacının yük fazlalığı olan cisimi nötrlemek olduğunu belirtmiştir. Artı yük fazlalığına sahip bir cisme iletken bir tel aracılığı ile topraktan eksi yüklerin geçtiğini belirtmiş fakat eksi yük fazlalığına sahip cisme topraktan artı yük geçişi olacağı ile ilgili yanlış kavramsal anlamaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Üçüncü sorunun bilimsel olarak kabul edilemez yanıtı: “Oluşabilecek tehlikeleri önlemektir.” şeklindeki ifadeler, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. En fazla bilimsel olarak kabul edilemez yanıtının %33.33 ile 2007-2008 akademik döneminde verildiği, bilimsel olarak doğru kabul edilemez yanıtının 2008-2009, 2011-2012 ve 2018-2019 akademik döneminde hiç verilmediği tespit edilmiştir.

Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen yanıtı veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda Cansever rumuzu ile verilen öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 73 numaralı öğretmen adayı Cansever rumuzlu öğretmen adayının verdiği yanıt, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının verdiği yanıtı temsilen aşağıda verilmiştir.

73 numaralı öğretmen adayı rumuz Cansever’in yanıtı: “Tekerleklerdeki fazla elektronları boşaltmak için yapılıyor” şeklindedir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? amacı nedir? ve nasıl gerçekleştirilir? sorularına on öğrenciden iki öğretmen adayının verdiği yanıt bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. İki öğretmen adayının verdiği yanıtı temsilen Öğretmen Adayı 10 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir, amacıyla ilgili ne düşünüyorsun?

Öğretmen Adayı 10: Elektrikleme prizlerde falan da olabiliyor. Toprak prizler.

Araştırmacı: Biraz daha açabilir misin?

Öğretmen Adayı 10: Bizim evde eski prizlerde var. Topraktan geliyor. Başka bir fikrim yok.

Öğretmen Adayı 10 'un yanıtı topraklamanın amacı, nasıl gerçekleştiği sorusuna verdiği yanıtların bilimsel bilgi içermemesi nedeniyle bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde değerlendirilmiştir.

Üçüncü sorunun kodlanamaz yanıtı soru ile ilgili olmayan tüm yanıtlar olarak kabul edilmiştir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının kodlanamaz yanıtı verme değerinin %2.05 ile oldukça düşük bir ortalamaya sahip olduğu gözlenmiştir. Yanıtlar arasında birbiri ile benzerlik bulunmadığı için bu yanıtlardan rastgele seçilen 274 numaralı öğretmen adayı Pembe rumuzlu öğretmen adayının yanıtı aşağıda paylaşılmıştır.

274 numaralı öğretmen adayı rumuz Pembe'nin yanıtı: “Hiç zincir bağlı olduğunu görmedim. Nedenini merak ettim, internetten araştıracağım.” şeklindedir.

Üçüncü sorunun yanıtız kategorisi için tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında yanıtız kategori değerinin %4.11 olduğu tespit edilmiştir. En fazla yanıt verilemeyen yılın da %15 ile 2013-2014 akademik döneminde olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının topraklama konusunda yapılan görüşmede sorulara verdikleri yanıtlar ve yüzdeleri Tablo 4.6, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' de verilmiştir.

Tablo 4.6: Topraklamanın tanımı ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklama nedir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	Yük fazlalığı olan cismin nötrlenmesidir. (Ö5, Ö1, Ö3)	50
Kısmen doğru	Artı ve eksi yükleri birbirine eşitlenmesidir. (Ö9)	20
	Cismin nötrlenmesi işlemidir. (Ö2)	
Kısmen doğru	Eksi yüklerin toprağa verilmesidir. (Ö6)	20
	Cisimdeki fazla yükün torağa aktarılmasıdır. (Ö7)	
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Bizim elektriğimizin toprağa aktarılmasıdır. (Ö4)	20
Kodlanamaz	Toprağın gelen akımı çekilmesidir. (Ö8)	10
Yanıtsız	Toprak prizler(Ö10)	

Tablo 4.7: Topraklamanın amacı ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklamanın amacı nedir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	Tehlikeleri engellemektir. (Ö7)	60
Kısmen doğru	Cismin nötrlemektir. (Ö3, Ö5, Ö1, Ö2, Ö9)	
	Hibrit yanıt	
Bilimsel kabul edilemez	Bizim toprağa ya da topraktan bize yük geçişidir. (Ö4)	30
Kısmen doğru	Akımı bitirmektir. (Ö8)	
	Eksileri azaltıp artıları artırmaktır. (Ö6)	
Kodlanamaz	Topraktan geliyor. (Ö10)	10
Yanıtsız		

Tablo 4.8: Topraklamanın nasıl gerçekleştiği ile ilgili görüşme bulguları.

Topraklama nasıl gerçekleşir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel	Kabul	
Edilebilir		
Tam Doğru	İletken telin bir ucu yük fazlalığı olan cisme diğer ucu toprağa bağlanır. Örneğin cisim artı yüklüyse topraktan cisme elektron geçişi, cisim eksi yüklüyse cisimden toprağa elektron geçişi olur. (Ö1, Ö2, Ö5, Ö9)	40
Kısmen doğru	Elektrik yüklü cisimden tel ile yüklerin toprağa aktarılması ile gerçekleşir. (Ö7) Sadece negatif yükler hareket eder. (Ö4)	20
Hibrit yanıt	Yüklü cismin bakır tel ile toprağa bağlanması ile gerçekleşir. Eksi yüklüyse artı yükler topraktan cisme geçer. (Ö3)	10
Bilimsel kabul edilemez		
Kodlanamaz	Akımı itme, çekme olmayacak şekilde nötrlüyor. (Ö8)	10
Yanıtsız	Bir fikrim yok. (Ö6, Ö10)	20

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? Amacı nedir? Nasıl gerçekleştirilir? sorularına tam doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen Öğretmen adayları 5 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir ve amacı hakkında ne düşünüyoruz?

Öğretmen Adayı 5: Topraklama yük fazlalığının toprağa iletilmesi ve yük fazlalığı olan cismin nötrlenmesidir.

Araştırmacı: Nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 5: İletken bir madde aracılığıyla. İletken bir cisim aracılığıyla iletken bir cismin bir tarafı yüklü cisme bir tarafı toprağa bağlanır. Örneğin cisim artı yüklüyse topraktan cisme elektron geçişi, cisim eksi yüklüyse cisimden toprağa elektron geçişi olur diye düşünüyorum.

Öğretmen adayı 5, topraklamanın amacının yük fazlalığı olan cismi nötrlemek olduğunu belirtmiştir. Topraklamanın nasıl gerçekleştiğini de sadece – yüklerin hareket edebileceği bilgisi ile açıkladığı görülmüştür. + yük fazlalığına sahip bir cisme iletken bir tel aracılığı ile topraktan – yüklerin geçtiği, - yük fazlalığına sahip cismin – yük fazlalığını iletken bir tel yardımıyla toprağa aktarıldığını ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? Amacı nedir? Nasıl gerçekleştirilir? sorularına on öğrenciden sadece bir öğretmen adayının verdiği yanıt kısmen doğru yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. Öğretmen adayı 7 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir ve amacı ne olabilir?

Öğretmen Adayı 7: Cisimdeki fazla yükün toprağa geçip tehlike oluşturmasını engellemek gibi bir şey.

Araştırmacı: Nasıl gerçekleşir?

Öğretmen Adayı 7: Mesela elektrik yüklü bir cisimden bir tel gibi bir şey uzatılıp toprağa topraklama olarak yapılır. Oradan teldekilerden de yükler toprağa geçer geçtikten sonra da tehlike kalkar.

Araştırmacı: Günlük hayattan örnekler verebilir misin?

Öğretmen Adayı 7: Çatılarda direkler oluyordu. Adını hatırlayamadım.

Araştırmacı: Paratoner.

Öğretmen Adayı 7: Evet paratoneri örnek verebiliriz.

Öğretmen adayı7, topraklamanın amacını tehlikeleri önlemek için cisimdeki yük fazlalığının ortadan kaldırılması şeklinde açıklamıştır. Cismin iletken bir tel yardımı ile toprağa temas etmesi gerektiğini belirtmiştir. Artı ya da eksi yüklü bir cismin topraklanması sırasında gerçekleşen durumu ayrıntılı olarak açıklamamıştır.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? Amacı nedir? Nasıl gerçekleştirilir? sorularına on öğretmen adayından sadece bir öğretmen adayının verdiği açıklama hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu kategoriye giren açıklaması ile öğretmen adayı 3' ün görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir, topraklamanın amacı ile ilgili ne düşünüyorsunuz?

Öğretmen Adayı 3: Topraklamayı tam bilmiyorum. Negatif yükleri cisimden atma diye biliyorum. Çünkü toprakta genelde pozitif yükler bulunur ve bizim gergin olduğunuz zaman toprağa basmamızı örnek verebilirim.

Öğretmen adayı 3, topraklamanın amacının yük fazlalığı olan cismi nötrlemek olduğunu belirtmiştir. Artı yük fazlalığına sahip bir cisme iletken bir tel aracılığı ile topraktan eksi yüklerin geçtiğini belirtmiş fakat eksi yük fazlalığına sahip cisme topraktan artı yük geçişi olacağı ile ilgili yanlış kavramsal anlamaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? Amacı nedir? Nasıl gerçekleştirilir? sorularına verdiği yanıt ile bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilen Öğretmen adayı 6 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklamanın amacı nedir? Topraklama nedir? Ne için kullanırız topraklamayı?

Öğretmen Adayı 6: Topraklamada eksi yüklere çekiyor diye hatırlıyorum. Bir tek bunu söyleyebilirim.

Araştırmacı: Eksi yüklere çekiyor derken ne demek istediğinden biraz daha bahsedebilir misin?

Öğretmen Adayı 6: Toprağın eksi yükleri çektiğini hatırlıyorum.

Araştırmacı: topraklamanın amacı nedir? Neden eksi yükleri çekiyor? Topraklarının amacı ne olabilir?

Öğretmen Adayı 6: Topraklamanın amacı için şu örnek verilebilir mi? Mesela böyle bir elektrik çarptığında bir şey olduğunda direk toprağa çıkmamız buna örnek olabilir mi?

Araştırmacı: Sen soru ile ilgili düşüncelerini onay beklemeden söyleyebilirsin.

Öğretmen Adayı 6: O zaman buna baktığımızda elektrik akımını azaltmak için olabilir mi? Aldığımız elektriği azaltmak için. Eksilerin azalması ve artıları artırmak için. Başka başka türlü sebebi niçin olabilir ki? Çarpılmamak için falan olabilir ama eksileri azaltmak için derim pozitif yükleri arttırmak için diyebilirim sanırım şu an.

Öğretmen adayı 6' un topraklamanın amacı ve nasıl gerçekleştiği sorusuna verdiği yanıtlar bilimsel bilgi içermemesi nedeniyle bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde değerlendirilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, topraklama nedir? Amacı nedir? Nasıl gerçekleştirilir? sorularına kodlanamaz yanıt kategorisinde değerlendirilen Öğretmen Adayı 10 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Topraklama nedir, amacıyla ilgili ne düşünüyorsun?

Öğretmen Adayı 10: Elektrikleme prizlerde falan da olabiliyor. Toprak prizler.

Araştırmacı: Biraz daha açabilir misin?

Öğretmen Adayı 10: Bizim evde eski prizlerde var. Topraktan geliyor. Başka bir fikrim yok.

Öğretmen Adayı 10'un verdiği yanıtlar soru ile ilgili yanıtlar içerdiği için kodlanamaz kategorisinde değerlendirilmiştir.

Topraklama ile ilgili yapılan görüşmelerde, öğretmen adayları tüm soruları yanıtladığı için yanıtsız kategorisinde değerlendirilen herhangi bir görüşme kaydı bulunmamaktadır.

4.2 Etki ile Elektriklenme Kavramı İle İlgili Bulgular

Bu kısımda EKAT 2. Soruya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ve elektrostatik kavramsal anlama testindeki ikinci soru ile ilgili yapılan görüşmelerdeki öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar sunulmaktadır.

Kavramsal anlama testinde yer alan ikinci soru aşağıda verilmiştir:

EKAT 2: Yüklü bir cisim yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir bakır çubuk ile bir tahta çubuğun bir ucuna değmeyecek biçimde yaklaştırılıyor. Her bir durum için elektroskopun yapraklarının açılıp açılmayacağını aşağıya açıklayınız.

Öğretmen adaylarının EKAT 2. soruya verdikleri yanıtlar aşağıda verilen Tablo 4.9'te sunulmuştur.

Tablo 4.9: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 2. sorusuna verilen öğretmen adayları yanıtlarına ait kategoriler ve yüzdeleri.

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir														
1. Tam Doğru Yanıtlar	13 (48,14)	12 (40)	5 (3.33)	10 (37.03)	7 (41.17)	5 (45.45)		5 (15.62)	5 (12.50)	4 (13.33)	5 (26.31)	2 (8.69)	6 (19.35)	
Toplam (%)	13 (48,14)	12 (40)	5 (3.33)	10 (37.03)	7 (41.17)	5 (45.45)		5 (15.62)	5 (12.50)	4 (13.33)	5 (26.31)	2 (8.69)	6 (19.35)	
2. Kısmen Doğru Yanıtlar	7 (25.92)	11 (36.66)	7 (46.66)	12 (44.44)	3 (17.64)	5 (45.45)	11 (84.61)	18 (56.25)	17 (42.5)	18 (60)	10 (52.63)	10 (43.47)	11 (35.48)	12 (48)
Toplam (%)	7 (25.92)	11 (36.66)	7 (46.66)	12 (44.44)	3 (17.64)	5 (45.45)	11 (84.61)	18 (56.25)	17 (42.5)	18 (60)	10 (52.63)	10 (43.47)	11 (35.48)	12 (48)
B. Hibrit Yanıtlar	3 (11.11)	5 (16.66)	1 (6.66)	1 (3.7)	4 (23.52)	1 (9.09)		3 (9.37)	3 (7.5)		1 (5.26)	2 (8.69)	2 (6.45)	5 (20)
Toplam (%)	3 (11.11)	5 (16.66)	1 (6.66)	1 (3.7)	4 (23.52)	1 (9.09)		3 (9.37)	3 (7.5)		1 (5.26)	2 (8.69)	2 (6.45)	5 (20)

Tablo 4.9 (devam)

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
C. Bilimsel	4	2	2	4	3		2	5	15	8	3	9 (39.13)	12	8
Olarak Kabul	(14.81)	(6.66)	(13.33)	(14.81)	(17.64)		(15.38)	(15.62)	(37.5)	(26.66)	(15.788)		(38.7)	(32)
Edilemez														
Toplam (%)	4	2	2	4	3		2	5	15	8	3	9	12	8
	(14.81)	(6.66)	(13.33)	(14.81)	(17.64)		(15.38)	(15.62)	(37.5)	(26.66)	(15.788)	(39.13)	(38.7)	(32)
D.														
Kodlanamaz														
Toplam (%)														
E. Yanıtsız								1						
								(3.12)						
Toplam (%)								1						
								(3.12)						

Kavramsal anlama testinde yer alan ikinci soruya verdikleri yanıtların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının %67.93'ünün bilimsel olarak kabul edilebilir, %9,11'inin hibrit yanıt, %22.64'ünün ise bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir.

İkinci sorunun tam doğru cevabı: “Bakır çubuk iletken olduğu için yüklü bir cisim iletken bir cisme yaklaştırıldığında etki ile elektriklenme gerçekleşir. Yaklaştırılan yük fazlalığı olan cisim ile elektroskopun yük cinsi aynı ise elektroskopun yaprakları açılır. Yaklaştırılan yük fazlalığı olan cisim ile elektroskopun yük cinsi farklı ise elektroskopun yaprakları biraz kapanır. Tahta çubuk yalıtkan olduğu için etki ile elektriklenme gerçekleşmez.” şeklinde olmalıdır. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının tam doğru yanıt verme değerinin %23.23 olduğu görülmüştür. Bu yanıtlar arasında en büyük oran %48.14 ile 2006-2007 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Tam doğru yanıt veren öğretmen adaylarının tamamında, etki (tesir) ile elektriklenmenin iletken cisimlerde görülebileceği vurgusu yapılmış bunun yanında etki ile elektriklenen cismin yüklü elektroskop üzerinde oluşturabileceği etkilerden de bahsedilmiştir. Aşağıda 28 numaralı öğretmen adayı Red Kit rumuzu ile öğretmen adayının verdiği yanıt bulunmaktadır.

28 numaralı öğretmen adayı rumuz Red Kit'in yanıtı: “İlk durumda etki ile elektriklenme durumu söz konusu olur. Cisim + yüklü ise bakır çubuğun sol ucuna – yükleri çekecek, sağ ucu + yüklü olacak ve elektroskopi etki ile elektrikleyecektir. Elektroskop – yüklü ise – yükler topuza hareket edecek yapraklar biraz kapanacak, elektroskop + yüklü ise bunun tam tersi geçerli olur. Etki ile elektriklenme olduğu için tamamen kapanma olmaz. İkinci durum içinse tahta çubukta bir hareketlenme olmaz çünkü tahta çubuk yalıtandır.” şeklindedir.

İkinci sorunun kısmen doğru yanıtı: “Bakır çubuk iletken olduğu için etki ile elektriklenme gerçekleşir ve elektroskopun yapraklarında değişiklik gözlenir. Tahta çubuk yalıtkan olduğu için elektroskopun yapraklarında değişiklik gözlenmez.” şeklinde olmalıdır. Bu kategoride, öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarda öğretmen adaylarının bakır çubuk kullanılarak oluşturulan düzeneklerde tüm durumları göz önünde bulundurmadıkları, sadece yüklü cisim ile elektroskopun yük cinsinin aynı olduğu düşünülerek açıklama yaptıkları tespit edilmiştir. Bunun yanında yalıtkan cisimlere etki ile elektriklenmenin gerçekleşmeyeceğini de belirtmişlerdir. Kısmen doğru yanıt, tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının %44.70 oranı ile en fazla yanıt verdikleri kategori olmuştur. Yanıtların

akademik yıllara göre dağılımı göz önünde bulundurulduğunda düzenli bir artış ya da azalmanın görülmediği, en fazla kısmen doğru yanıtın %84.61 ile 2011-2012, en az kısmen doğru yanıtın da % 17.64 ile 2008-2009 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Baş Harfi Ben rumuzu ile öğretmen adayının verdiği yanıt, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının verdiği yanıtı temsilen aşağıda verilmiştir.

9 numaralı öğretmen adayı rumuz Baş Harfi Ben'in yanıtı: "Tahta çubuk yalıtkan olduğu için elektroskopun yapraklarında açılıp kapanma gözlenmez. Bakır çubuk iyi bir iletken olduğu için yaprakları açılıp, kapanabilir." şeklindedir.

İkinci sorunun hibrit yanıtı: "Yüklü bir cisim iletken ve yalıtkan maddelere yaklaştırılırsa etki ile elektriklenme gerçekleşir ve elektroskopun yapraklarında değişiklik gözlenir." şeklindedir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında hibrit yanıt verme oranının da %9.11 ile oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %23.52 ile 2008-2009 akademik döneminde olduğu görülmektedir. Hibrit yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda 210 numaralı öğretmen adayı Papatya rumuzu ile yanıt veren öğretmen adayının yanıtına benzer şekilde, hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir.

210 numaralı öğretmen adayı rumuz Papatya'nın yanıtı: "İkisinde de bakır çubuk ve tahta çubuk elektriklendikleri için yani yüklendikleri için elektroskopa yaklaştıklarında elektroskopun yaprakları açılır." şeklindedir.

İkinci sorunun bilimsel olarak kabul edilemez yanıtı: "Yüklü bir cisim yalıtkan maddelere yaklaştırılırsa etki ile elektriklenme gerçekleşir ve elektroskopun yapraklarında değişiklik gözlenirken, iletken cisimlere yaklaştırıldığında etki ile elektriklenme gerçekleşmeyeceği için değişiklik gözlenmez" şeklinde bilimsel doğrular içermeyen ifadeler, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. En fazla bilimsel olarak kabul edilemez yanıtının %39.13 ile 2016-2017 akademik döneminde verildiği, en az bilimsel olarak doğru kabul edilemez yanıtının ise %6.66 ile 2006-2007 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Sorunun tek bir kısmını ya da her iki kısmı için de yazılan yanlış yanıtlar bu kategoride bulunmaktadır. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen yanıtı veren öğretmen adaylarının büyük

çoğunluğunun aşağıda verilen 4 numaralı öğretmen adayı Paradox rumuzlu öğretmen adayının yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

4 numaralı öğretmen adayı rumuz Paradox'un yanıtı: "İki durum için de yapraklar açılır." şeklindedir.

İkinci sorunun kodlanamaz yanıtı: Soru ile ilgili olmayan tüm yanıtlar olarak kabul edilmiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurulduğunda hiçbir öğretmen adayının soru ile ilgisiz yanıt vermediği tespit edilmiştir.

İkinci sorunun yanıtı kategorisi: Hiç açıklama bulunmayan yanıtlardır. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurulduğunda %0.29 ile 2012-2013 akademik döneminde sadece bir öğretmen adayının soruya cevap vermediği tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının elektrostatik konusunda yapılan görüşmelerde sorulara verdikleri yanıtlar ve yüzdeleri aşağıda Tablo 4.10, Tablo 4.11, Tablo 4.12, Tablo 4.13 ve Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.10: Elektrostatik itme ve çekme ile ilgili görüşme bulguları.

Cisimlerin birbirine elektrostatik itme çekme uygulamasının nedeni nedir?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul		
Edilebilir	Artı ve eksi yükleri olmasından dolayı. (Ö1, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10)	90
Tam Doğru	İçindeki yüklerden kaynaklanır. (Ö2, Ö5) Yüklere sahip olmalarıdır. (Ö3) Yükleri olduğu içindir. (Ö4)	
Kısmen doğru		
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Birbirlerinden elektrik almalarıdır. (Ö6)	10
Kodlanamaz		
Yanıtsız		

Tablo 4.11: Elektrostatik itme ve çekme ile ilgili görüşme bulguları

Hangi cisimler birbirini iter hangi cisimler birbirini çeker?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	Aynı yüklü cisimler iter, zıt yüklü cisimler birbirini çekerler. Nötr cisim yüklü cisim tarafından da çekilir. (Ö10)	10
Kısmen doğru	Aynı yüklü cisimler iter, zıt yüklü cisimler birbirini çekerler. (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9)	80
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Aynı kutuplu cisimler birbirini iter, farklı kutuplu cisimler birbirini çeker. (Ö6)	10
Kodlanamaz		
Yanıtız		

Tablo 4.12: Etki ile elektriklenmede kullanılan cisimler ile ilgili görüşme bulguları.

Etki ile elektriklebilmesi için nasıl cisim kullanılmalıdır?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	Yalıtkan olmalıdır. (Ö10)	10
Kısmen doğru		
Hibrit yanıt	İletken de olabilir, yalıtkan da olabilir. (Ö5)	10
Bilimsel kabul edilemez	İletken olmalıdır. İletken ya da yalıtkan olmasının bir önemi yoktur. (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9)	80
Kodlanamaz		
Yanıtız		

Tablo 4.13: Coulomb yasası ile ilgili görüşme bulguları.

Biri+ 8q diğeri -3q yükünde iki cismin birbirine nasıl kuvvet uygular?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul		
Edilebilir		
Tam Doğru	Birbirlerine eşit büyüklükte çekme uygularlar. (Ö10)	10
Kısmen doğru	+8q yüklü cisim-3q olan cismi kendine eşit kuvvetle çeker. (Ö5)	10
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	+8q yüküne sahip olan cisim daha fazla çekme kuvveti uygular. (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9)	80
Kodlanamaz		
Yanıtsız		

Tablo 4.14: Nötr cismin tanımını ile ilgili görüşme bulguları.

Nötr cisim deyince ilk olarak aklına ne geliyor?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde (%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru	Artı yüklerle eksi yüklerin eşit olduğu cisimlerdir. (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10) Eşitlik (Ö5)	80
Kısmen doğru		
Hibrit yanıt		
Bilimsel kabul edilemez	Artı ve eksi işaretlerin birbirine eşit olmasıdır. (Ö6) Yüksüzdür(Ö8)	20
Kodlanamaz		
Yanıtsız		

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, tam doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen Öğretmen Adayı 10 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Cisimlerin birbirine elektrostatik itme çekme uygulamasının nedeni nedir?

Öğretmen Adayı 10: Artı ve eksi yükleri olmasından dolayı.

Araştırmacı: Hangi cisimler birbirini iter hangi cisimler birbirini çeker?

Öğretmen Adayı 10: Ben mıknatısla genelde ilişkilendiriyorum. Aynı kutuplu cisimler birbirini itiyor. Zıt kutuplar cisimler birbirini çekiyor. Aynı yüklü cisimler iter, zıt yüklü cisimler birbirini çekerler.

Araştırmacı: Peki mıknatısla tamamen böyle bağdaştırmak çok doğru olur mu?

Öğrenci10: Aslında manyetizmada kuzey, güney kutbu var elektrostatikte değil ama kutuplardan öğrendiğim için ilişki kuruyorum.

Araştırmacı: Tavandan yalıtkan iple asılı pozitif yük fazlalığı olan bir cisimimiz var. Bu cisme nasıl bir cisim yaklaşırsak onu çekilebilir?

Öğretmen Adayı 10: Negatif olabilir fakat nötr de olabilir.

Araştırmacı: Açıklayabilir misin?

Öğretmen Adayı 10: Nötr bir cisimde hem eksi hem artı yükler bulunur. Ve yükler rastgele dağılmıştır. Sağ taraftan yaklaştırdığımız yüklü cisim, nötr cismin içindeki negatif yüklerin hareket etmesine sebep olur. Örnek vereyim sağ taraftan yaklaştırdığımız artı yüklü cisim nötr cisimdeki eksi yüklerin sağ tarafa çekilmesini sağlar.

Araştırmacı: Az önce artı yükler birbirlerini iter demiştin. Neden sadece eksilerin sağ tarafa doğru çekildiğini söyledin.

Öğretmen Adayı 10: Evet. Çünkü eksi yükler hareket edebilir.

Araştırmacı: Çizdiğin şekilde artılar ve eksikler var. Artı ve eksi sayısına dikkat etmeli miyim? Eşit mi olmalı?

Öğretmen Adayı 10: Cisimden cisme göre değişiyor.

Araştırmacı: Biraz daha açıklayabilir misin?

Öğretmen Adayı 10: Yani pozitif yükler daha fazlaysa itecektir.

Araştırmacı: Eksisi artısından daha fazla olan cisimler için ne söylersin?

Öğretmen Adayı 10: Negatif yüklü cisimler deriz.

Araştırmacı: Çizimin doğru oldu mu?

Öğretmen Adayı 10: Aslında sadece eksi ya da sadece artı yük var gibi çiziyoruz. Ama cisimlerde her ikisi de bulunuyor. Her cisimde böyle ama miktarı farklı.

Araştırmacı: Teşekkür ederim. Biri+ 8q diğeri -3q yükünde iki cismin birbirine nasıl kuvvet uygular?

Öğretmen Adayı 10: Onlar birbirlerine eşit büyüklükte çekme uygularlar.

Araştırmacı: Çekerler.

Öğretmen Adayı 10: Negatif yüklerle.

Araştırmacı: Elektriklenmenin farklı şekilleri vardı. Sürtünmeyle elektriklenme, dokunmayla elektriklenme ve etkiyle elektriklenme. Etki ile elektriklebilmesi için nasıl cisim kullanılmalıdır?

Öğretmen Adayı 10: Yalıtkan olmalıdır.

Araştırmacı: Nötr cisim deyince ilk olarak aklına ne geliyor? Bu bir cümle olabilir, bir kelime olabilir.

Öğretmen Adayı 10: İlk olarak artı yüklerle eksi yüklerin eşit olduğu cisimler geliyor.

Öğretmen Adayı 10 nötr cismin artı yüklerinin eksi yüklerine eşit olan cisim olduğunu biliyor. Cisimlerin temas olmadan da etki ile elektriklebileceğini, eksi yüklerin hareketi ile cisimde kutuplaşmaya neden olduğunu, aynı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirini ittiğini, zıt yüklü cisimlerin birbirini çektiğini, nötr cisimlerin yük fazlalığına sahip cisimler tarafından etki ile elektriklenme sebebiyle çekilebileceğini açıkladığı için verdiği yanıt tam doğru kategorisinde değerlendirilmiştir.

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, kısmen doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen herhangi bir görüşme kaydı bulunmamaktadır.

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 5 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı 5: Cisimlerin birbirine elektrostatik itme ve çekme uygulamasının nedeni nedir?

Öğretmen Adayı 5: Cisimlerin içindeki yüklerden kaynaklanır.

Araştırmacı: Hangi cisimler birbirine itme ve çekme kuvveti uygular?

Öğretmen Adayı 5: İletken olan cisimler birbirlerine yaklaştırıldığında itme ve çekme uygulayabilirler. Örneğin artı yüklü bir cisim yine artı yüklü bir cisme itme, eksi yüklü bir cisim de eksi yüklü bir cisme itme, artı yüklü bir cisim eksi yüklü bir cisme çekme uygulayabilir.

Araştırmacı: Tavandan yalıtkan ipe asılı pozitif yük fazlalığı olan bir cisimimiz var. Bu cisme nasıl bir cisim yaklaştırırsak onu çekilebilir?

Öğretmen Adayı 5: Yaklaştırılan cisimi çekiyorsa negatif yüklüdür.

Araştırmacı: +8q yükü ve -3q yüküne sahip iki tane cisim düşünelim. Birbirlerine nasıl bir kuvvet uygularlar?

Öğretmen Adayı 5: Birbirlerine çekme uygulayacaklarını düşünüyorum. +8q olanın -3q olanı kendine çekeceğini düşünüyorum.

Araştırmacı: Uygulanan çekim kuvvetinin büyüklüğü ile ilgili ne söylenebilir?

Öğretmen Adayı 5: Bence ikisi de eşit çekiyordur.

Araştırmacı: Elektriklenmenin farklı şekilleri vardı. Sürtünmeyle elektriklenme, dokunmayla elektriklenme ve etkiyle elektriklenme. Etki ile elektriklebilmesi için nasıl cisim kullanılmalıdır?

Öğretmen Adayı 5: Bence değdirilmediği takdirde iletken ya da yalıtkan olmasının bir önemi yoktur. İletken de olabilir yalıtkan da olabilir.

Araştırmacı: Nötr deyince aklımıza ilk gelen kelime ya da cümle nedir?

Öğretmen Adayı 5: Eşitlik.

Araştırmacı: Ne eşitliği?

Öğretmen Adayı 5: Pozitif ve negatif yüklerin birbirine eşitliği.

Araştırmacı: Nötr cisimler yük fazlalığı olan cisimler tarafından herhangi bir etkiye maruz kalır mı?

Öğretmen Adayı 5: Nötr cisimler yani yüklü bir cisim sabit tutulduğunda, nötr cisimlerin içindeki yüklerin bir tarafa toplanması ya da yaklaştırıldığında bir tarafa toplanmasına ya da itilmesine nötr cisim içindeki kutuplaşmaya neden olur. Onun haricinde nötr bir cisme bir etkisi olacağını düşünmüyorum.

Öğretmen adayı 5 nötr cismin artı yüklerinin eksi yüklerine eşit olan cisim olduğunu biliyor. Cisimlerin temas olmadan da etki ile elektriklebileceğini ve kutuplaşmaya neden olduğunu, aynı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirini ittiğini, zıt yüklü cisimlerin birbirini çektiğini biliyor ancak etki ile elektriklenmenin gerçekleşebilmesi için cismin iletken ya da yalıtkan olmasının herhangi bir öneminin olmadığı, nötr cisimlerin yük fazlalığına sahip cisimler tarafından hem itilebileceği hem de çekilebileceği yönünde yanlış bilgiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayı 5 hem bilimsel doğru hem de bilimsel yanlış bilgiye sahip olduğu için verdiği yanıt hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir.

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 6 ile yapılan görüşme kaydı aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Cisimlerin birbirine elektrostatik itme çekme kuvveti uygulamasının nedeni nedir?

Öğretmen Adayı 6: Birbirlerinden elektrik almalarıdır.

Araştırmacı: Hangi cisimler birbirini itebilir ya da hangi cisimler birbirini çekebilir?

Öğretmen Adayı 6: Aynı kutuplu cisimler birbirini iter, farklı kutuplu cisimler birbirini çeker. Bu yüzden birbirine itme çekme uygularlar. Artı eksi durumlarını mıknatıs kutuplarına benzetebiliriz.

Araştırmacı: Mıknatısa benzer midir?

Öğretmen Adayı 6: Kutuplar anlamında biraz benzerdir.

Araştırmacı: Tavandan yalıtkan ipe asılı pozitif yük fazlalığı olan bir cisimimiz var. Bu cisme nasıl bir cisim yaklaşırsak onu çekilebilir?

Öğretmen Adayı 6: Çektiğine göre eksi yüklüdür.

Araştırmacı: Kesinlikle eksi midir?

Öğretmen Adayı 6: Evet, kesinlikle eksi.

Araştırmacı: Başka bir ihtimal olabilir mi?

Öğretmen Adayı 6: Kesinlikle eksi yüklüdür ki birbirini çeker derim.

Araştırmacı: Bir tanesi $+8q$ diğeri $-3q$ yükünde iki cismin birbirine nasıl kuvvet uygular?

Öğretmen Adayı 6: Biri artı yüklü biri eksi yüklü olduğu için birbirlerini çeker. Ama $+8q$ yüküne sahip olan cisim daha fazla çekme kuvveti uygular.

Araştırmacı: Statik elektrikte elektriklenme türlerinden bir tanesi sürtünme ile elektriklenme diğeri dokunmayla elektriklenme diğeri de etkiyle elektriklenme idi. Etki elektriklenmede seçtiğimiz cisimlerin önemi var mıdır? Yani herhangi bir cisim alabilir miyim? Bu cismin iletken olması yalıtkan olması, biri iletken olsa da olur bir yalıtkan olsa da olur bu durumla ilgili ne düşünüyorsun?

Öğretmen Adayı 6: Seçtiğimiz cismin önemi yoktur.

Araştırmacı: Peki, teşekkür ederim. Nötr cisim deyince ilk olarak aklına ne geliyor? Bir kelime olabilir veya bunu bir cümle ile de açıklayabilirsin.

Öğretmen Adayı 6: Artıyla eksinin, artıyla eksi işaretlerinin birbirine eşit olduğunu sayı bakımından eşit olduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki nötr bir cisim başka bir yük fazlalığı olan bir cisim tarafından herhangi bir etkiye maruz kalır mı?

Öğretmen Adayı 6: Eksi yüklü cisim yaklaşırsa bir etki olmaz. Dokunduğu zaman eksiyle yüklenir.

Öğretmen adayı 6 nötr cismin artı ve eksi yüklerinin birbirine eşit olduğunu, aynı yüklü cisimlerin birbirine itme kuvveti, zıt yüklü cisimlerin birbirine çekme kuvveti uyguladığını bilmekte fakat pozitif yüklü cismin sadece eksi yüklü cisimler tarafından çekilebileceğini, bir cismin etki ile elektrikleenebilmesi için cismin iletken ya da yalıtkan olmasının önemi olmadığını, zıt yüklü ve yük fazlalığı farklı olan cisimlerden yük fazlalığı olan cismin diğer cisme daha fazla çekme kuvveti uygulayacağı yönünde yanlış bilgiye sahip olduğu tespit edildiği için bilimsel kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir.

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, kodlanamaz kategorisinde değerlendirilen herhangi bir görüşme kaydı bulunmamaktadır.

Elektriklenme ile ilgili yapılan görüşmelerde, öğrenciler tüm soruları yanıtladığı için yanıtız kategorisinde değerlendirilen herhangi bir görüşme kaydı bulunmamaktadır.

4.3 Yıldırım ve Şimşek Kavramı İle İlgili Bulgular

Bu kısımda EKAT dördüncü soruya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ve kavramsal anlama testindeki dördüncü soru ile ilgili yapılan görüşmelerdeki öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar sunulmaktadır.

Kavramsal anlama testinde yer alan dördüncü soru aşağıda verilmiştir:

EKAT 4: Yukarıdaki resimde yüklü bir yağmur bulutu ve yeryüzü görülmektedir. Bir süre sonra yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım üstüğü gözleniyor. Yıldırım düşmesinin nedenini aşağıya açıklayınız. Ayrıca resim üzerinde yük dağılımlarını belirtiniz.

Öğretmen adaylarının EKAT 4. soruya verdikleri yanıtlar aşağıda verilen Tablo 4.15' te sunulmuştur.

Tablo 4.15: 2006-2019 yılları arasında elektrostatik kavramsal anlama testi 4. sorusuna verilen öğretmen adayları yanıtlarına ait kategoriler ve

Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir														
1. Tam Doğru Yanıtlar	2 (6.60)	1 (3.70)		1 (6.66)				2 (6.25)						
Toplam (%)	2 (6.60)	1 (3.70)		1 (6.66)				2 (6.25)						
2. Kısmen Doğru Yanıtlar	14 (46.66)	4 (14.81)	8 (29.62)	3 (20.00)	5 (45.45)	1 (5.88)	3 (23.07)	6 (18.75)	5 (12.50)	7 (23.33)	3 (15.78)	4 (17.39)	5 (16.12)	10 (40.00)
Toplam (%)	14 (46.66)	4 (14.81)	8 (29.62)	3 (20.00)	5 (45.45)	1 (5.88)	3 (23.07)	6 (18.75)	5 (12.50)	7 (23.33)	3 (15.78)	4 (17.39)	5 (16.12)	10 (40.00)

yüzdeleri.

Tablo 4.15 (devam)

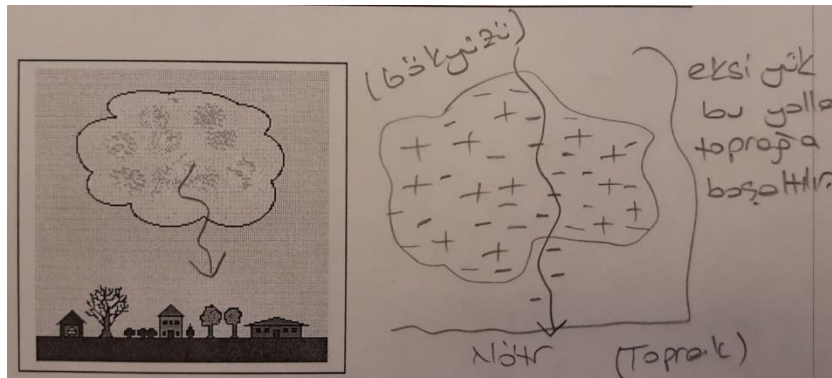
Kategoriler	Akademik Dönemler													
	06/07	06/07	07/08	07/08	08/09	08/09	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
Yanıt Türleri	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
B. Hibrit Yanıtlar														
Toplam (%)	5	4	5	3	5	5	2	7	13	4	5	6	7	5
	(16.66)	(14.81)	(18.51)	(20.00)	(45.45)	(29.41)	(15.38)	(21.87)	(30.76)	(13.33)	(26.31)	(26.08)	(22.58)	(20.00)
	8	16	12	6	1	11	6	17	19	16	11	11	13	10
C. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez	(26.66)	(59.25)	(44.44)	(40.00)	(9.09)	(64.7)	(46.15)	(50.00)	(47.50)	(53.33)	(57.89)	(47.82)	(41.93)	(40.00)
Toplam (%)	8	16	12	6	1	11	6	17	19	16	11	11	13	10
	(26.66)	(59.25)	(44.44)	(40.00)	(9.09)	(64.7)	(46.15)	(50.00)	(47.50)	(53.33)	(57.89)	(47.82)	(41.93)	(40.00)
		1	2	2					2	1		2	5	
D. Kodlanamaz		(3.70)	(7.40)	(13.33)					(5.00)	(3.33)		(8.69)	(6.12)	
		1	2	2					2	1		2	5	
Toplam (%)		(3.70)	(7.40)	(13.33)					(5.00)	(3.33)		(8.69)	(6.12)	
	1	1							1	2			1	
E. Yanıtsız	(3.33)	(3.70)							(2.50)	(6.66)			(3.22)	
	1	1							1	2			1	
Toplam (%)	(3.33)	(3.70)							(2.50)	(6.66)			(3.22)	

Öğretmen adaylarının kavramsal anlama testinde yer alan dördüncü soruya verdikleri yanıtların aritmetik ortalaması alındığında öğretmen adaylarının %24.70'inin bilimsel olarak kabul edilebilir, % 22.35'inin hibrit yanıt, % 46.17'sinin ise bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir.

Üçüncü sorunun tam doğru cevabı: “Bulutla yer arasında meydana gelen yüksek gerilimli bir yük boşalmasıdır. Yıldırım düşmesinde bulutun yere yakın kısımları eksi yüklerle, yer ise pozitif yüklerle yüklüdür. Hava yalıtkan olmasına rağmen hava içinde oluşan iletken kanal üzerinden elektriksel yük boşalması gerçekleşir.” şeklinde olmalıdır.

Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında tam doğru yanıt verme oranının %1.65 olduğu görülmüştür. Bu yanıtlar arasında en büyük oran %6.66 ile 2007-2008 akademik döneminde olduğu bulunmuştur. Tam doğru yanıt veren öğretmen adayları yıldırım düşmesinin rüzgar ile sürüklenen ve sürtünen bulutlarda biriken eksi yüklerin yeryüzüne boşalması sonucu oluştuğu yanıtını vermiş ve eksi yüklerin yere doğru aktarılması ile ilgili doğru çizimler yapmışlardır. Aşağıda temsili olarak 182 numaralı öğretmen adayı Strawberry Cake rumuzu ile öğretmen adayının verdiği yanıt bulunmaktadır.

182 numaralı öğretmen adayı rumuz Strawberry Cake'in yanıtı: “Rüzgarla sürtünen bulutlarda eksi yükler yoğunlaşıyor. Yoğunlaştığı yerden kendine bir yol buluyor ve yeryüzüne bu yolu izleyerek fazla yükünü boşaltıyor.” şeklindedir.

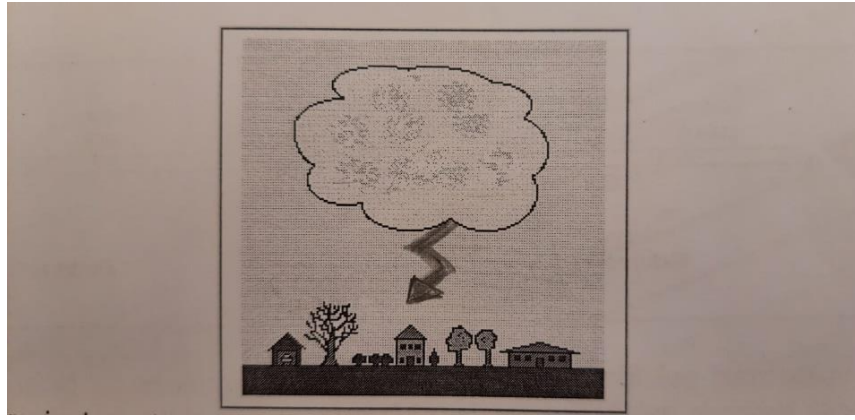


Şekil 4.1: Yıldırım konusundaki 182 numaralı öğrenci yanıtı

Dördüncü sorunun kısmen doğru yanıtı: “Yüklü bulutlardan yere doğru gerçekleşen yük boşalmasıdır.” şeklinde olmalıdır. Bu kategoride, öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarda öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu buluttan yeryüzüne doğru gerçekleştiğini

vurgulamış, bulut ve yeryüzünün yük cinsinden bahsetmemiştir. Özellikle “yıldırım düşmesinin nedeni” vurgusu ile özellikle buluttan yeryüzüne doğru olduğu ve bulutların eksi, yeryüzünün pozitif yüklerinden bahsedilmesi hedeflenmiştir. En fazla kısmen doğru yanıt verme oranı%46.66 ile 2006-2007 akademik döneminde olduğu tespit edilmiştir. 181 numaralı öğretmen adayı Hiç rumuzu ile öğretmen adayının verdiği yanıt, temsilen aşağıda verilmiştir.

181 numaralı öğretmen adayı rumuz Hiç'in yanıtı: “Sürtünme sonucu elektrikle yüklenen bulutların elektrik yükünü toprağa boşaltmasıdır.” şeklindedir.

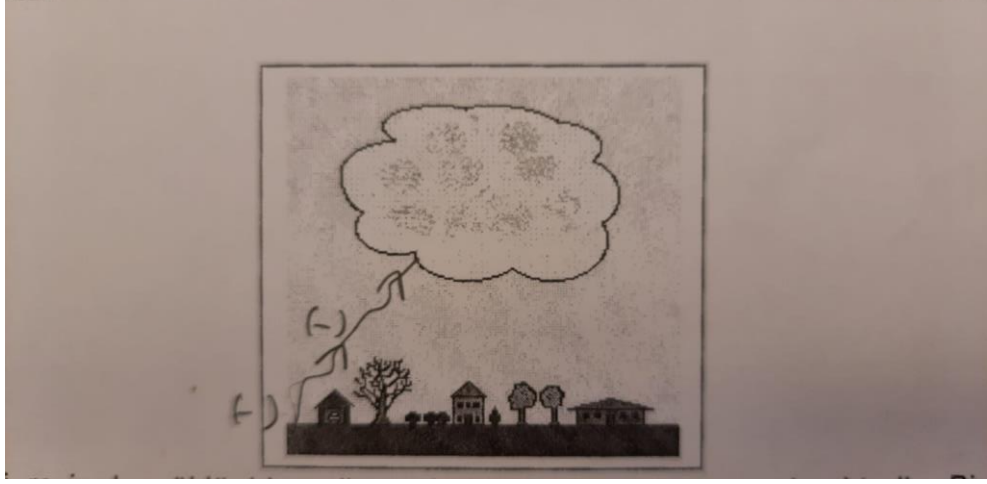


Şekil 4.2: Yıldırım konusundaki 181 numaralı öğrenci yanıtı.

Dördüncü sorunun hibrit yanıtı: “Yüklü bulutla yeryüzü arasında gerçekleşen yük boşalmasıdır. Yerden buluta doğrudur.” şeklindedir.

Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında hibrit yanıt verme oranının %22.35 olduğu görülmüştür. Bu yanıtlar arasında en büyük oranın %45.45 ile 2008-2009 akademik döneminde olduğu tespit edilmiştir. Hibrit yanıt veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda 262 numaralı öğretmen adayı Farabi rumuzu ile yanıt veren öğretmen adayının yanıtına benzer şekilde, hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir.

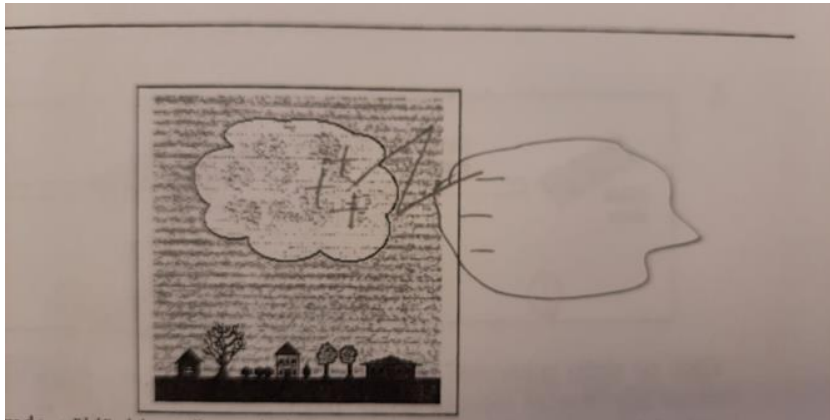
262 numaralı öğretmen adayı rumuz Farabi'nin yanıtı: “Yeryüzü üzerindeki yüklü bulut nötr hale gelir. Yıldırım yerden buluta doğrudur.” şeklindedir.



Şekil 4.3: Yıldırım konusundaki 262 numaralı öğrenci yanıtı.

Dördüncü sorunun bilimsel olarak kabul edilemez yanıtı: “Bulutlar arasında gerçekleşen yük atlamasıdır.” şeklindeki ifadeler, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında %46.14 ile bilimsel kabul edilemez yanıt en büyük orana sahip olduğu görülmüştür. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtın %64.70 ile 2008-2009 akademik döneminde verildiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun yıldırım ve şimşek kavramını birbirine karıştırdığı tespit edilmiştir. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurularak bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen yanıtı veren öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aşağıda verilen 270 numaralı öğretmen adayı Yasemin rumuzlu öğretmenin yanıtı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

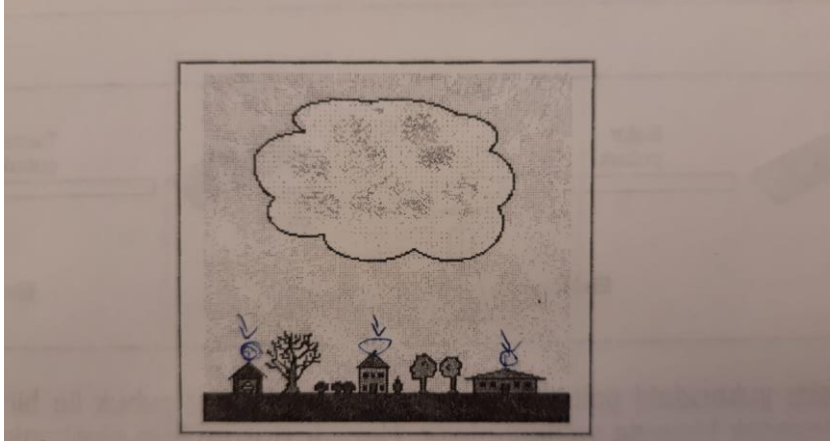
270 numaralı öğretmen adayı rumuz Yasemin’in yanıtı: “İki farklı yüklü bulutun birbiri ile karşılaşması sonucu oluşur. Aralarındaki kuvvet yıldırımını oluşturur.” şeklindedir.



Şekil 4.4: Yıldırım konusundaki 270 numaralı öğrenci yanıtı.

Dördüncü sorunun kodlanamaz yanıtı: Soru ile ilgili olmayan tüm yanıtlar olarak kabul edilmiştir. Tüm akademik yılların aritmetik ortalaması alındığında kodlanamaz yanıtının %4.41 ile oldukça düşük bir ortalamaya sahip olduğu gözlenmiştir. Yanıtlar arasında birbiri ile benzerlik bulunmadığı için bu yanıtlardan rastgele seçilen 96 numaralı öğretmen adayı Snow rumuzlu öğretmen adayının yanıtı aşağıda paylaşılmıştır.

96 numaralı öğretmen adayı Rumuz Snow'un yanıtı: "Genellikle iletken maddelerin üzerinde gerçekleşir." şeklindedir.



Şekil 4.5: Yıldırım konusundaki 96 numaralı öğrenci yanıtı.

Dördüncü sorunun yanıtı kategorisi: Hiç açıklama bulunmayan yanıtlardır. Tüm akademik yıllar göz önünde bulundurulduğunda en fazla yanıt verilemeyen yılın %6.66 ile 2014-2015 akademik döneminde olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının yıldırım konusunda yapılan görüşmede sorulara verdikleri yanıtlar ve yüzdeleri aşağıda Tablo 4.16 ve Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.16: Yıldırım düşmesi anındaki yük dağılımı ile ilgili görüşme bulgular

TDK'nin yıldırımını: "Gök gürültüsü ve şimşekle oluşan hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalması." olarak açıklaması yeterli mi? Yoksa yanlış anlaşılmalara sebep olur mu?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel	Kabul	
Edilebilir		
Tam Doğru		
Kısmen doğru	Yeterlidir. (Ö1,Ö2,Ö3,Ö4,Ö6,Ö7,Ö8,Ö10)	70
Hibrit yanıt	Yeterli değil. Gözle görülebilir iletken bir madde yok. (Ö5)	10
Bilimsel kabul edilemez	Havada yüklerin çarpışmasıyla oluşur. (Ö9)	10
Kodlanamaz		
Yanıtsız	Bir fikrim yok. (Ö6)	10

Tablo 4.17: Yıldırım düşmesi anındaki yük dağılımı ile ilgili görüşme bulguları.

Yağmur bulutundan yeryüzüne 'yıldırım düştüğü' andaki yük dağılımı hakkındaki düşüncenizi öğrenebilir miyim?		
Kategoriler	Öğretmen Adaylarının Yanıtları	Yüzde(%)
Bilimsel Kabul Edilebilir		
Tam Doğru		
Kısmen doğru	Negatif yükler yeryüzüne düşer. (Ö7, Ö10, Ö1, Ö2, Ö3)	50
Hibrit yanıt	Tam düştüğü anda yerin negatif yüklendiğini bulutunsa nötrlendiğini düşünüyorum. (Ö5)	10
Bilimsel kabul edilemez	Bütün yükler yeryüzüne ulaşır (Ö4, Ö6, Ö8, Ö9)	40
Kodlanamaz		
Yanıtsız		

Yıldırım ve şimşek kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerde, tam doğru yanıt veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Yıldırım ve şimşek kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerde, kısmen doğru yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 7'nin diyalogu da aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: TDK yıldırım: “Gök gürültüsü ve şimşekle oluşan hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalması.” olarak açıklıyor. Sence bu açıklama yeterli mi? Yoksa yanlış anlaşılmalara sebep olur mu?

Öğretmen Adayı 7: Yeryüzü arasında yük boşalması. Bu biraz da sanki ama bizim öğrendiğim yıldırım deyince herkesin düşen bir şey aklına geliyor. Yük boşalması deyince tam olarak şekillenmeyebilir. Yük fazlalığı olduğu için yıldırım düşer.

Araştırmacı: Yağmur bulutundan yeryüzüne ‘yıldırım düştüğü’ andaki yük dağılımı hakkındaki düşüncenizi öğrenebilir miyim?

Öğretmen Adayı 7: Negatif yükler yeryüzüne düşer.

Öğretmen adayı 7 yıldırımın tanımını halk arasında yaygın kullanım olan yüklü buluttan yeryüzüne doğru negatif yüklerin boşalması olarak ifade etmiştir. Yeryüzünden buluta doğru da yük akışının gerçekleşebileceği yönünde açıklamada bulunmadığı için kısmen doğru yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir.

Yıldırım ve şimşek kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerde, hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı 5'nin diyalogu da aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: TDK yıldırım: “Gök gürültüsü ve şimşekle oluşan hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalması.” olarak açıklıyor. Sence bu açıklama yeterli mi? Yoksa yanlış anlaşılmalara sebep olur mu?

Öğretmen Adayı 5: Yani bence yanlış anlaşılmalara sebep olabilir. Evet.

Araştırmacı: Neden öyle düşündün?

Öğretmen Adayı 5: Çünkü arada gözle görülebilir hani yıldırımla tam şimşek ama hani yıldırım, arada iletken bir madde yok.

Araştırmacı: Biraz daha açabilir misin?

Öğretmen Adayı 5: Bilmiyorum ama ben de bu konuda çok kapsamlı bilgiye sahip olduğumu düşünmüyorum. Ama bence çok bir yeterli değil ama çok yine amacını anlatıyor en azından ya da nedenini.

Araştırmacı: Yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım düştüğü anda yük dağılımı ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Öğretmen Adayı 5: Yani negatif yükler yeryüzüne düşer.

Araştırmacı: Biraz daha açabilir misin?

Öğretmen Adayı 5: Negatif yükler hareket eder.

Öğretmen adayı 5 yıldırımın gerçekleşebilmesi için iletken bir madde olması gerektiği yönünde yanlış bilgiye sahiptir. Aynı zamanda yağmur bulutundan yıldırım düşmesi ile ilgili buluttaki negatif yüklerin yeryüzüne hareket edeceği yönündeki doğru bilgiye sahip olması sebebiyle yanıtı hibrit yanıt kategorisinde değerlendirilmiştir.

Yıldırım ve şimşek kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerde, bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayının diyalogu da aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: TDK yıldırımı: “Gök gürültüsü ve şimşekle oluşan hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalması.” olarak açıklıyor. Sence bu açıklama yeterli mi? Yoksa yanlış anlaşılmalara sebep olur mu?

Öğretmen Adayı 9: Yük boşalması?

Araştırmacı: Yıldırımla ilgili düşüncelerini öğrenebilir miyim? Yıldırım nasıl oluşur?

Öğretmen Adayı 9: Yani havada yüklerin çarpışmasıyla oluştuğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım düştüğü anda yük dağılımı hakkındaki düşüncemiz ne olur?

Öğretmen Adayı 9: Düştüğünde bütün yükler yeryüzüne ulaşır diyebilirim. Yüklerle birlikte o elektriklerle ateş falan oluyor bazen hatta. Başka bir şey gelmiyor aklıma.

Öğretmen adayı 9’un yıldırım kavramı ile ilgili havada yüklerin çarpışması yanıtı ile yıldırım ve şimşek kavramını birbirine karıştırdığı tespit edilmiştir. Öte yandan yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım düşmesi ile ilgili de buluttaki tüm yüklerin yeryüzüne ulaşacağı yanlış bilgisine sahip olması nedeniyle bilimsel kabul edilemez yanıt kategorisine alınmıştır.

Yıldırım ve şimşek kavramı ile ilgili yapılan görüşmelerde, kodlanamaz ve yanıtız kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayı cevabı bulunmamaktadır.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öğretmen adaylarının elektrostatik'in temel kavramları konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak için 4. Sınıfta öğrenim görmekte olan 340 öğretmen adayına dört açık uçlu sorudan oluşan “Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi” uygulanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan EKAT etki ile elektriklenme, topraklama, yıldırım ve şimşek konularını kapsamaktadır. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile yapılan görüşmeler, nicel verilerin açıklanmasında kullanılmıştır. Uygulama sonuçlarından elde edilen veriler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, elektrostatik konusu ile ilgili öğretmen adaylarının çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğu belirlenmiştir.

5.1 Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Sonuçlar

Aşağıda öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgıları konulara göre sınıflandırılmıştır.

5.1.1 Etki İle Elektriklenme Konusuna Yönelik Kavram Yanılgıları

Kavramsal Anlama Testindeki 2. Soru, etki (tesir) ile elektriklenmenin hangi cisimler üzerinde gerçekleşebileceği ve etki ile elektriklenmenin elektroskopta nasıl değişikliklere sebep olacağını belirlenmesi amacı ile sorulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu yüklü bir cismin iletken bir cisme yaklaştırıldığında etki ile elektriklenebileceği bilgisine sahip olduklarını, aynı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirlerini ittiğini, farklı yük fazlalığına sahip cisimlerin birbirlerini çektiği kavramsal anlamasına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının seçme ve yerleştirme sınavlarında sorumlu oldukları ölçme aracı olarak çoktan seçmeli sorulara olan alışkanlıkları nedeniyle soru kökünde “**her bir durum için**” ifadesini göz önünde bulundurmadıkları ve bu nedenle elektroskopta gözlenen değişiklikler konusunda tam doğru yanıt oranının düşük olduğu da tespit edilmiştir.

5.1.2 Topraklama Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları

Kavramsal anlama testi 1. soruda herkes tarafından beğenilen bir filmde ve 3. soruda herkesin sıkça karşılaştığı dikkat çekici bir örnek üzerinden topraklamanın amacı ve nasıl gerçekleştiği sorulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmının topraklamanın amacının cismi nötrlemek olduğunu bildiği fakat bir çoğunlukla eksi yüklü cisimlerin

topraklanabildiği, fazla eksi yüklerin toprağa aktığı yönünde açıklamalar bulunmaktadır. Artı yüklü cisimlerin de topraklanabileceği, eksi yüklerin topraktan cisme akacağı bilgisine birçok öğretmen adayının sahip olmadığı tespit edilmiştir.

5.1.3 Yıldırım Kavramı İle İlgili Kavram Yanılgıları

Kavramsal anlama testi 4. Soruda yüklü yağmur bulutundan bir süre sonra yeryüzüne yıldırım düşmesinin nedeni sorulmuştur. Yıldırım düşmesi kavramında özellikle eksi yük fazlalığına sahip bulutlardan yeryüzüne doğru gerçekleşen yük boşalması yanıtı beklenirken çoğunlukla bulutlar arasında gerçekleşen yük atlaması olan şimşek ile karıştırıldığı ve yük dağılımları konusunda da bilgi eksiklerinin olduğu tespit edilmiştir. Yıldırım konusu ile ilgili öğretmen adaylarının çok fazla eksik bilgiye ve kavram yanılgısına sahip oldukları gözlenmiştir.

EKAT 4'deki yıldırım düşmesinin nedeni ve yük dağılımlarının nasıl olduğu ile ilgili öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarla ilgili ayrıntılı bilgi sahibi olabilmek ve sonuçları desteklemek amacı ile on öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları da aşağıda verilmiştir.

TDK'deki yıldırım tanımının “gök gürültüsü ve şimşekle oluşan hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalmasıdır” tanımının yeterli olup olmadığı ya da yanlış anlamaya sebep olabilir mi şeklinde yöneltilen soruya öğretmen adaylarının tamamının, tanımın yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Nasıl gerçekleştiği ile ilgili çizim yapmaları istendiğinde tüm çizimlerin buluttan yere doğru olduğu tespit edilmiştir.

5.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmada kavramsal anlama testindeki 2. soruda etki ile elektriklenmenin nötr cisimlerde kutuplaşmaya neden olacağı ve bunun sonucunda da farklı yük fazlalığına sahip elektroskop üzerinde farklı etkiler oluşturacağını düşünülmesi için sorulan soru hakkında görüşmelerde öğrencilere “Nötr cisim deyince aklınıza gelen ilk kelime ya da cümle nedir?” sorusu sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlardan nötr cisim kavramı ile ilgili bir yanılgıya sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Ancak yine kavramsal anlama testindeki etki ile elektriklenme sorusunu desteklemek amacıyla hangi cisimler birbirlerine elektrostatik itme ve çekme kuvveti uygular? şeklinde sorulan sonda görüşme sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde nötr bir cismin, yük fazlalığı olan bir cisimle elektriksel etkileşime

gireceğinin öğretmen adaylarının çok büyük bir kısmı tarafından anlaşılmadığı ortaya çıkmıştır.

Kavramsal anlama testi 1. ve 3. sorularını desteklemek amacı ile topraklamanın amacı, nasıl gerçekleştiği ve günlük hayattan örnek verilmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmının topraklamanın amacının cismi nötrlemek olduğunu bildiği fakat eksi yüklerin hareket edebileceği için eksi yüklü cisimlerin topraklanabildiği bunda fazla eksi yüklerin toprağa akması ile gerçekleştiği yönünde açıklamalar yapılmıştır. Artı yüklü cisimlerin de topraklanabileceği, eksi yüklerin topraktan cisme akacağı bilgisine öğretmen adaylarının sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Kavramsal anlama testi 4. sorusunu desteklemek amacı ile yıldırımın nasıl gerçekleştiği ile ilgili öğretmen adaylarının çizim yapmaları istendiğinde yapılan tüm çizimlerin buluttan yere doğru olduğu tespit edilmiştir. Burada da günlük hayatta halk arasında kullanılan yıldırım düşmesi kavramından dolayı öğrencilerde yerleşmiş eksik öğrenmeler tespit edilmiştir. Yük akışının yeryüzünden yüklü bulutlara doğru olabileceği ile ilgili görüşme sırasında hiçbir açıklama yapılmamıştır. Özetlemek gerekirse bu çalışmada belirlenen kavram yanlışları şunlardır:

1. Artı yüklü cisimler topraklanamaz (EKAT soru 1, soru 3)
2. Topraklama ile negatif yükler atılır. (EKAT soru 1, soru3)
3. Artı yükler hareket edebilir. (EKAT soru 1 ve soru 3)
4. Yıldırım sadece buluttan yere doğru gerçekleşen yük akışıdır. (EKAT soru 4)
5. Nötr cisim yüklü cisim ile etkileşime giremez. (YYG sorusu)
6. Biri diğerine göre daha fazla yüke sahip olan noktasal zıt yüklü iki cisimden yük miktarı büyük olan cisim diğerine daha büyük kuvvet uygular. (YYG Sorusu)
7. Yalıtkan cisimler etki ile elektriklenir. (EKAT soru 2)

Yukarıda verilen 1.ve 2 maddedeki tespit edilen artı yüklü cisimlerin topraklanamayacağı sadece negatif yüklü cisimlerin topraklanabileceği, topraklamanın negatif yüklerin pozitif olmasını sağlamak olduğu kavram yanlışlığına Kaya (2020) ve Yıldız (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır. İtme ya da çekme kuvvetinin elektriksel olarak yük değerine sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmemiştir. Yük yerine akım kavramı

kullanılarak topraklamanın fazla akımın toprağa aktarılması şeklinde olacağı kavram yanılıgına bu çalışmada rastlanmamıştır.

3. maddedeki pozitif yüklerin hareket edebileceği kavram yanılıgı Çiğdemtekin (2007), Kaya (2020) ve Şekercioğlu (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir. Aydın ve Özkara (2011) ile Beaty (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da 4. maddedeki yıldırımın meydana gelişinde sadece negatif yüklü buluttan yeryüzüne elektrik yükü geçişi olduğu kavram yanılıgına rastlanmıştır. Bu çalışmada Vosniadou ve Brewer'ın (1992,1994) çalışmasında rapor ettiği şimşek ve yıldırım kavramlarının birbiri yerine kullanılması yanılıgına ulaşılmamış ve Ayvacı, Özsevgeç ve Cerrah (2004)' in çalışmasındaki yıldırımın tanımı için bulutların birbirine çarpması kavram yanılıgı da bu çalışmada tespit edilmemiştir.

Bu çalışmanın 5. Maddesindeki “sadece zıt yüklü olan cisimler birbirini çeker” kavram yanılıgı Harington (1999)' in çalışmasında da görülmüştür. Benzer şekilde Maloney, O'kuma, Hieggelke ve Heuvelen (2001) tarafından yapılan çalışmada nötr ve yüklü cisimler birbirini çekmez şeklinde örtüşmektedir.

6. maddedeki kavram yanılıgına Park, Kim, Kim ve Lee (2001) ile Şekercioğlu (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer şekilde rastlanmıştır. Buna göre zıt yükle yüklü iki noktasal cismin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvet (Coulomb yasası) ile ilgili öğretmen adaylarının yük miktarı büyük olanın çekme kuvvetinin daha büyük olacağı ve elektriksel kuvvetler ile eksi yüklü cismin artı yüklü cisme çekme kuvveti uygulayacağı şeklinde kavram yanılıgılarına sahip oldukları görülmüştür.

Şekercioğlu (2011)' nun çalışmasındaki yalıtkan cisimlerin hiçbir zaman yüklenmeyeceği şeklinde kavram yanılıgının bu çalışmanın örneklemindeki öğrencilerde bulunmadığı tespit edilmiştir. Öte yandan, 7. maddedeki yalıtkan cisimlerin etki ile elektriklenebileceği kavram yanılıgının sadece bu çalışmada ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada Baser (2003), Beaty (2005), Çiğdemtekin (2007) ve Güneş (2017)' in çalışmalarındaki “Nötr cisim, yüksüz cisimdir, Nötr cisimler hiç yük bulundurmazlar.” kavram yanılıgına rastlanmamıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak aşağıda öğretmen, öğretmen adayı, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, akademisyen, ders kitabı yazarlarına önerilerde bulunulmuştur.

Öğretmen, öğretmen adaylarına öneriler:

Öğrencilerde kalıcı öğrenmenin gerçekleşebilmesi, öğrenmenin temelinde bulunan kavramsal anlamının gerçekleşmesi ile mümkündür. Fen bilimleri dersi çok sayıda soyut kavram bulundurması sebebiyle kalıcı öğrenmeyi zorlaştırabilmektedir. Kavramların doğru aktarılması ve günlük hayattan doğru örneklerle ilişkilendirilmesi, öğrencilerde kavramsal anlamaların doğru şekilde oluşması için önem teşkil etmektedir. Öğretim sırasında soyut kavramlar somutlaştırılarak kavram yanlışlarının oluşumu önlenebilir. Kavramların somutlaştırılabilmesi için öğretmen adaylarının de katılımının sağlandığı etkinliklere ve deneylere bol miktarda yer verilebilir.

Konunun öğretiminde farklı yöntem ve teknikler kullanılması önem taşımaktadır. Akpınar (2014) tarafından bilgisayar destekli öğretim etkinliklerinde sunum aracı olarak kullanılan etkileşimli animasyonların öğretmen adaylarının statik elektrik kavramlarını anlamalarında normal öğretime göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Çiğdemtekin (2007) tarafından karikatüristik yolla elektrostatik konusuyla ilgili mevcut kavram yanlışlarının azaldığı gözlenmiştir. Yunus Karakuyu ve Cengiz Tüysüz (2011) tarafından elektrik kavramları konusunda kavramsal değişim metinleri kullanılarak var olan kavram yanlışlarının büyük ölçüde giderildiği görülmüştür.

Öğretmenlerin gerek alanı ile ilgili, gerekse pedagojik ve genel kültür bakımından kendini geliştirmesi, bilgi ve becerilerini güncellemesi ve sürekli biçimde öğrenme arzusu ve heyecanı ile mesleğini icra etmesi için ücretsiz v-nitelikli ve hizmet içi eğitimlere katılarak kendilerini sürekli yenilemeleri önerilebilir. Öğretmenlerin meslek yaşamı boyunca devam eden, devamlı ve aktif bir şekilde öğrenmeyi gerektiren bir süreç olan sürekli mesleki gelişim (SMG) düşüncesini benimsemesi önerilebilir.

Yüksek lisans ve doktora öğretmen adaylarına öneriler:

Kavram yanlışlarının belirlenmesinde farklı veri toplama araçları kullanılabilir ve kavram yanlışlarının cinsiyete göre durumu incelenebilir.

Kavram yanılgısı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla kavram yanılgılarının belirlenmesi üzerine daha fazla çalışma yapıldığı göz önünde bulundurulabilir ve kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik çalışmalarla yıllardır aynı şekilde devam etmekte olan sıkıntılar giderilebilir.

Akademisyenlere öneriler:

Kavramsal anlamının temellerinin ilk ve ortaokul düzeyinde atıldığı düşünülürken, bu seviyedeki öğrencileri yetiştirecek olan öğretmenlerin oldukça iyi eğitim almış olmaları ve konuları en iyi şekilde kavramış olmaları gerekmektedir. Bu durum ise öğretmen yetiştirme sürecinde etkili bir lisans eğitimini, dolayısıyla içerisinde ve laboratuvar çalışmalarını barındıran bir lisans eğitimini gerekli kılmaktadır.

Özellikle öğretmen adaylarına kavram yanılgısı dersinin zorunlu ders olarak okutulması, bu süreçte kavram yanılgılarının giderilmesi için bireysel, grup çalışmaları ile çözüm üretmeleri konusunda araştırma ödevlerinin verilmesi, sahip oldukları yanlış ya da eksik bilgilerin giderilmesi önem teşkil etmektedir.

Son yıllarda kavram yanılgısı ile yapılan çalışmaların azalması göz önünde bulundurulduğunda akademisyenler, tez ya da doktora öğrencilerini kavram yanılgısı ile ilgili çalışma yapmaları konusunda yönlendirebilirler.

Fen bilimleri eğitim fakültesindeki 1. sınıf öğrencilerinin ortaokul 5.sınıf, 2. sınıf öğrencilerinin ortaokul 6. sınıf, 3. sınıf öğrencilerinin ortaokul 7. sınıf ve 4. sınıf öğrencilerinin ortaokul 8. sınıf konu ve kazanımlarını ayrıntılı olarak görmesini sağlayan zorunlu dersler eklenmesi yönünde YÖK'e öneride bulunabilirler. Ayrıca sadece son sınıfta yapılan staj uygulamasının 1. Sınıf itibarıyla ve her hafta yapılması öğretmene adaylarının mesleklerine başladıklarında daha donanımlı ve alanlarına hakim bir şekilde mesleklerini icra etmelerini sağlayacaktır.

Ders kitabı yazarlarına öneriler:

Öğrencilerin, velilerin ve öğretmenlerin ders kitaplarını öğretimin merkezine koydukları; öğretmenlerin ders kitabının genel yapısına göre anlatım tekniklerini kullandığı düşünülürken ders kitaplarının ne kadar önemli olduğu kaçınılmaz bir gerçek olarak önümüze çıkmaktadır. Ders kitabının içeriği hazırlanırken konu ile ilgili akademik çalışmalarda görülen sıkıntılar göz önünde bulundurulmalıdır. Teknolojinin gelişimiyle

birlikte sadece eksi yüklerin hareket ettiğini gösteren, artı yük fazlalığına sahip cisimlerin topraklanmasıyla topraktan eksi yüklerin geçtiğini gösteren, eksi yük fazlalığına sahip cisimlerin topraklanmasında eksi yük fazlalığının toprağa hareket ettiğini gösteren, yıldırım olayının gerçekleşmesinde yük boşalmasının bulutlardan yeryüzüne gerçekleşmesi ile birlikte yeryüzünden de yüklü buluta doğru gerçekleştiğini gösteren karekod'lu interaktif etkinlikler eklenmelidir. Öğretimde fırsat eşitliğinin sağlanabilmesi ve tam öğrenmenin sağlanabilmesi için laboratuvarı olmayan ya da malzeme sıkıntısı yaşanması sebebiyle deney yapamayacak öğrencilerin olduğu göz önünde bulundurularak konunun iyi anlaşılmasını sağlayan deney videoları ile ders kitabının içeriği zenginleştirilebilir. Öğreticiden kaynaklanan hataları azaltmak ve mesleğe yeni başlayan, akademik olarak yenilikleri takip edemeyen öğretmenler için de öğretmen kılavuz kitabı hazırlanabilir. Kılavuz kitapta özellikler kavram yanılgısı oluşturabilecek konularla ilgili uyarılarda bulunulabilir.

6. KAYNAKLAR

- Akpınar, E. (2014). The use of interactive computer animations based on poe as a presentation tool in primary science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 23 (4), 527-537.
- Asubel, D. P. (1968). *Educational psychology, a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, Winston.
- Aşçı, Z., Özkan, S. ve Tekkaya, C. (2001). Students' misconceptions about respiration. *Eğitim ve Bilim*, 26 (120), 29–36.
- Aydın, M. ve Özkara, D. (2011). Fen bilgisi öğretmenliği öğretmen adaylarının atmosferde meydana gelen doğal elektriklenme konusundaki kavram yanılgıları ve bilgi eksiklerinin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (6), 11-20.
- Ayvacı, H.Ş., Özsevgeç, T. ve Cerrah, L. (2004). Yıldırım kavramının farklı yaş grubundaki öğrencilerde gelişimi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 351–360.
- Balım, A. G., İnel, D. ve Evrekli, E. (2008). Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algısına etkisi. *İlköğretim Online*, 7 (1), 188-202.
- Baser, M. (2003). *Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of electrostatics concept*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Beaty, W. C. (2005). Static Electricity Misconceptions. <http://www.amasci.com/emotor/stmiskon.html>. Erişim tarihi: 20.03.2023.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (2. Bs). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Coştu, B., Karataş, F. ve Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (14), 33-48.
- Çakır, S. Ö. ve Yürük, N. (1999). Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanılgıları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, 23 (25), 193-198.
- Çavuş Erdem, Z. ve Gürbüz, R. (2017). Öğrenci hata ve kavram yanılgıları üzerine bir inceleme: denklem örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 640-670.

- Çiğdemtekin, B. (2007). *Fizik eğitiminde elektrostatik konusu ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik bir karikatüristik yaklaşım*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çirkinioğlu Şekercioğlu, A. G. (2011). *Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Demir, A. ve Sezek, F. (2009). İlköğretim sekizinci sınıf fen ve teknoloji dersi genetik ünitesinde kavram yanlışlarının giderilmesinde grafik materyallerin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (2), 573-587.
- Dikici, A. Türker, H. H. ve Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (39), 100-128.
- Driver, R. and Easley, J. A. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Gomez, J. G. and Duran, E.F. (1998). Didactic problems in the concept of electric potential difference and an analysis of its philogenesis. *Science and Education*, 7, 129-141.
- Gökçek, T. (2019). Karma Araştırma Yöntemi. Haluk Özmen ve Orhan Karamustafaoğlu (Eds), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri içinde* (391-439). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Guruswamy, C., Somers, M. D. and Hussey R. G. (1997). Students' understanding of the transfer of charge between conductors. *Physics Education*, 32 (2), 91-96.
- Güneş, B. (2017). *Fizikteki kavram yanlışları*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Harrington, R. R. (1995). *A investigation of student understanding of electric concepts in the introductory university physics course*. Unpublished dissertation, University of Washington, ABD.
- Kabapınar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 135- 146.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 867-890.
- Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 867-890.

- Kaya, G. (2020). *Elektrostatik konusunda sorgulama temelli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının fikirlerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Kocakülâh, M. S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction* (Ph. D. thesis). University of Leeds, School of Education, Leeds, United Kingdom.
- Köse, S. Coştu, B. ve Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 43-53.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., and Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69 (1), 12-23.
- McDermott, L. C. and Shaffer, P.S. (1992). Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. Part I: investigation of student understanding. *American journal of physics*, 60 (11), 1003-1013.
- MEB (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEGEP (2009). *Çocuk gelişimi eğitimi, özel eğitimde okuma ve yazma hazırlık çalışmaları*. Ankara: MEGEP.
- Mertkan, Ş. (2015). *Karma araştırma tasarımı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Mintzes, J., Wandersee, J. and Novak, J. (1997). Meaningful Learning in Science: The Human Constructivist Perspective. In. *Handbook of Academic Learning* (pp. 405-447), San Diego, CA: Academic Press.
- Mulhan, M. (2007). *İlköğretim 7. sınıf vatandaşlık ve insan hakları eğitimi dersi kavramlarının öğrenilmesinde sosyal, ekonomik ve kültürel faktörler ile eğitimi öğretim uygulamalarının etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Park, J., Kim, K. I., Kim M. and Lee M. (2001). Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. *International Journal of Science Education*, 23 (12), 1219- 1236.
- Piaget, J. (1985). *Equilibration of cognitive structures: The central problem of intellectual development*. Chicago: University of Chicago Press.
- Riche, R. D. (2000). Strategies for assisting students overcome their misconceptions in high school physics. *Memorial University of Newfoundland Education*, 63-90.

- Roulston, K. (2010). Reflective interviewing: A guide to theory and practice. Los Angeles: Sage.
- Rowell, A. J., Dawsan, C.J. and Harry, L. (1990). Changing misconceptions: A challenge to science education. *International Journal of Science Education*. 12 (2), 167–175.
- Serway, R. A. and Jewett, J. W. (2022). *Fizik* (2. Cilt). Ankara Palme Yayıncılık.
- Smith, J. P., DiSessa, A. A. and Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 115-163.
- Taşkın, T. (2022). Fizik eğitiminde kavram yanlışları konusunda yapılmış lisansüstü çalışmaların incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12 (2), 805-820.
- TDK. (2022). Türk Dil Kurumu güncel Türkçe sözlüğü. http://www.sozluk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK. Erişim tarihi: 10.03.2023.
- Tezcan, R. ve Şimşek, C. (2008). Çocukların fen kavramlarıyla ilgili düşüncelerinin gelişimini etkileyen faktörler. *İlköğretim Online*, 7 (3), 509-577.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram geliştirme: Kuram ve uygulamalar*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Ülger, B. B., ve Deveci, İ. (2013). İlköğretim düzeyi fizik konularındaki kavram yanlışları hakkında yapılan çalışmaların incelenmesi: uluslararası literatüre bakış. *I. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535– 585.
- Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183.
- Yeltekin Atar, B. Ş., Aykutlu, I. ve Bayrak, C. (2021). Türkiye’de son 10 yılda fizik eğitiminde kavram yanlışlarıyla ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Kazı Karabiber Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 304-323.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, F. Ve Küçüközer, A. (2017). 7. Sınıf öğretmen adaylarınınin elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2 (1), 15-23.

EKLER

EKLER

EK A: Görüşme İzin Formu

Görüşme İzin Formu

Sayın

Bu formun amacı sizi bu araştırma sürecinden haberdar etmek ve katılımınızla ilgili izin almaktır.

Ben Gözde Değirmencioğlu ÇAKAR. Balıkesir Bahçeşehir Kolejinde Fen bilimleri öğretmeni olarak çalışmaktayım. Balıkesir Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretimi Anabilim dalında yüksek lisans yapmaktayım. Elektrostatik konusundaki kavram yanlışları ile ilgili çalışmalarımı yürütmekteyim. Araştırmamın öğretim programının geliştirilmesine, araştırmacılar ve fen bilimleri öğretmenlerine ışık tutacağına inanıyorum. Yaptığım görüşmelerde tüm bilgiler sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler tamamen gizli tutulacaktır. Görüşmemizin 30 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İzin verirseniz görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu şekilde zamanı hem daha iyi kullanabiliriz hem de sorulara vereceğiniz yanıtların kaydını daha ayrıntılı tutma fırsatı elde edebilirim.

Öncelikle bu çalışmaya gösterdiğiniz ilgiden dolayı teşekkür ederim. Görüşmeye başlamadan önce sizin bana sormak istediğiniz bir soru varsa öncelikle bunu yanıtlamak istiyorum. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

Görüşme izin belgesi

Yukarıda bana verilen bilgiler doğrultusunda gönüllülük esasına dayalı olarak ve yaklaşık 20 dakika sürecek olan bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorum.

Tarih

Katılımcı Adı Soyadı

İmza

e-mail:

Tel no:

EK B: Görüşme Soruları

Demografik sorular

- Hangi bölümde okuyorsunuz ve kaçınıcı sınıf öğrencisisiniz?
- Kavram yanılgıları ile ilgili ders aldınız mı?

Görüşme soruları

- Cisimlerin birbirine elektrostatik itme/çekme uygulamasının nedeni nedir?
- Hangi cisimlerin birbirine itme ve çekme kuvveti uyguladığı konusundaki görüşlerinizi alabilir miyim?
- A cismi B cismine çekiliyor. B cisminin artı yüklü olduğu biliniyorsa A cismi için ne söylenebilir?
- Üzerindeki yükler $+8Q$ ve $-3Q$ olan yüklü iki cismin birbirine uyguladıkları kuvvetleri her bir yük üzerinde gösterir misiniz?
- Bu cisimlerin iletken ya da yalıtkan olması önemli midir? İtme/çekme deneylerini yalıtkan ve/veya iletken çubuklardan hangileri ile yapabiliriz?
- Şişirilmiş bir balonu yün kumaşa ya da saçınıza sürtüp duvara yaklaştırdığımızda duvarda asılı kalmasını nasıl açıklarsınız?
- Şişirilmiş bir balonu saçınıza sürttüğünüzü düşünün. Ne olur? İkisinin birbirini çektiğini görürsünüz. Peki sürtmeden sonra balon ve saçınızdaki yük miktarı sürtmeden öncekine göre nasıldır?
- Nötr cisim deyince aklınıza ilk gelen kelime ya da cümleyi öğrenebilir miyim?
- Nötr cisimler yük fazlalığı olan cisimler tarafından herhangi bir kuvvete maruz kalır mı?
- Eğer cevabınız evet/hayır ise bu konu hakkında düşüncelerinizi öğrenebilir miyim?
- Topraklama nedir ve amacı hakkında ne düşünüyorsunuz?
- Topraklamanın nasıl gerçekleştiği konusunda görüşlerinizi alabilir miyim?
- Topraklamaya günlük hayattan örnek verebilir misiniz?
- Yıldırım olayını nasıl tanımlarsınız?
- Sizce TDK'deki tanımı "gök gürültüsü ve şimşekle oluşan, hava ile yeryüzü arasındaki yük boşalması "açıklaması yıldırım kavramını anlatmak için yeterli mi yoksa yanlış anlaşılmalara sebep olabilir mi?
- Yağmur bulutundan yeryüzüne 'yıldırım düştüğü' andaki yük dağılımı hakkındaki düşüncenizi öğrenebilir miyim?

EK C: Elektrostatik Kavramsal Anlama Testi

ELEKTROSTATİK KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ

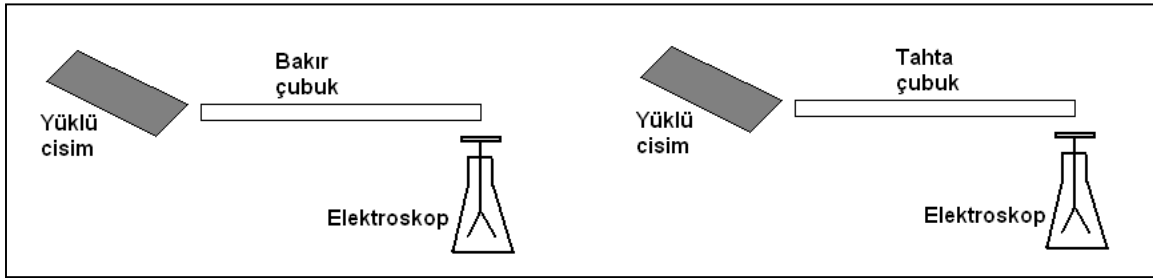
Aşağıda elektrostatik konusu ile ilgili 4 adet soru bulunmaktadır. Soruları dikkatlice okuduktan sonra gerçekten ne düşündüğünüzü sorunun devamında verilen boşluklara açık ve anlaşılır biçimde yazınız. Yanıtınız bilimsel açıklamanın ne olduğundan çok aslında sizin için mantıklı ve çoğu durumda kullandığınız ifadenin ne olduğunu yansıtmalıdır.

Rumuz:

SORULAR

1. Tango ve Cash filminde Kurt Russell ve Sylvester Stallone hapisaneden kaçmak için duvarın üstünden geçerken yüksek gerilim hattını kullanmaktadırlar. Gerilim hattının üzerine atlamadan önce Stallone Russell' a dönerek 'Tavuk gibi kızaracağız' der. Russell' da 'Fizik dersi almadın değil mi? Tek bir tele dokunduğun ve ayakların yere değmediği sürece elektroşoka uğramazsın' şeklinde karşılık verir. Bu karşılık doğru mudur? Açıklayınız.

2.



Yüklü bir cisim yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir bakır çubuk ile bir tahta çubuğun bir ucuna değmeyecek biçimde yaklaştırılıyor. **Her bir durum için** elektroskopun yapraklarının açılıp açılmayacağını aşağıya açıklayınız.

3.



Akaryakıt taşıyan tankerlerin altına yere değecek şekilde bir zincir bağlı olduğunu görmüşsünüzdür. Sizce böyle bir durumun sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

4.



Yukarıdaki resimde yüklü bir yağmur bulutu ve yeryüzü görülmektedir. Bir süre sonra yağmur bulutundan yeryüzüne yıldırım düştüğü gözleniyor. Yıldırım düşmesinin nedenini aşağıya açıklayınız. Ayrıca resim üzerinde yük dağılımlarını belirtiniz.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gözde DEĞİRMENCİOĞLU ÇAKAR

Doğum tarihi ve yeri : 18.10.1983 - ADANA

e-posta : gözde.cakar@bahcesehir.k12.tr

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilgisi Eğitimi	2018-
Lisans	Hacettepe Üniversitesi/Fen Bilgisi Öğretmenliği	2001-2005
Lise	Çağrı Bey Süper Lisesi	1997-2001