



**FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİK ALAN ÇİZGİLERİ
HAKKINDAKİ BİLGİLERİNİN ÇİZİM YÖNTEMİYLE
ARAŞTIRILMASI**

Kübra Kelleci

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ, 2021

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİSİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 6 (altı) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Kübra
Soyadı : Kelleci
Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi Bilim Dalı
İmza :
Teslim tarihi : 16/07/2021

TEZİN

Türkçe Adı : Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Alan Çizgileri Hakkındaki Bilgilerinin Çizim Yöntemiyle Araştırılması
İngilizce Adı : Investigation of the Knowledge of Physics Teachers Candidates About the Electric Field Lines Using the Drawing Method

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Kübra KELLEÇİ

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Kübra KELLEÇİ tarafından hazırlanan " Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Alan Çizgileri Hakkındaki Bilgilerinin Çizim Yöntemiyle Araştırılması " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Pervin ÜNLÜ YAVAŞ

Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

.....

Başkan: Prof. Dr. Deniz GÜRÇAY

Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

.....

Üye: Doç. Dr. Çağlar GÜLÇİÇEK

Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi: 13/07/2021

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans/ Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel GELİŞLİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....



Anneanneciğime ve Anneciğime...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans hayatım boyunca danışmanlığımı yürüten, çalışmalarımın her aşamasında desteğini, ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen ve bana yol gösteren kıymetli hocam Prof. Dr. Pervin ÜNLÜ YAVAŞ'a sonsuz teşekkür ederim. Önerileriyle araştırmama katkı sağlayan ve bana destek olan jürimde yer alan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Deniz GÜRÇAY'a, Doç. Dr. Çağlar GÜLÇİÇEK'e, Prof. Dr. Uygur KANLI'ya ve Prof. Dr. Özgür ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Beni okumaya yönlendiren, her zaman sevgisi ile yol gösterip arkamda duran, hiçbir zaman yalnız bırakmayan, bu aşamaya gelebilmemi sağlayan canım annem Öznur KELLEÇİ'ye teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman arkamda duran, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili dayım YMM. Dr. Ufuk ÖZDEMİR'e, sevgili dedem Kemal KELLEÇİ'ye ve canım ağabeyim Cihat KELLEÇİ'ye teşekkür ederim. Benden ilgisini, desteğini esirgeyemeyen canım arkadaşım Tuğba ALACA'ya teşekkür ederim.

FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİK ALAN ÇİZGİLERİ HAKKINDAKİ BİLGİLERİNİN ÇİZİM YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Kübra KELLEÇİ
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz, 2021

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgilerini çizim yöntemi ile araştırmaktır. Çalışma nitel araştırma yöntemlerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın katılımcıları devlet üniversitesinde öğrenim gören ve elektrik alan çizgileri konusunu derslerinde görmüş olan 27 fizik öğretmen adayıdır. Veri toplama için Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği hazırlanmıştır. Elektrik alan çizgileri, elektrik alan desenlerinin görselleştirilmesi için kullanılan iyi bir modeldir. Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği, katılımcıların bilgilerini çizim yöntemi ile ölçmek üzere tasarlanmıştır. Ölçek, ‘elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak şekilde çizilmesi, elektrik alan çizgilerinin negatif yüke girecek şekilde çizilmesi, elektrik alan çizgilerinin sıklığının yük miktarı ile orantılı olması, elektrik alan çizgilerinin kesişmeden çizilmesi, elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgilerinin sık çizilmesi ve elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğetin o noktadaki elektrik alanı göstermesi’ kurallarını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Ölçek hazırlandıktan sonra 7 uzmandan görüş alınmış ve bu görüşler doğrultusunda düzeltmeler yapılmıştır. Ölçek dört bölümden oluşmaktadır. İlk iki bölümde, katılımcıların elektrik alan çizgilerini çecekleri farklı durumlar verilmiştir. Üçüncü bölümde, katılımcılardan elektrik alan vektörünü çizerek büyüklük sıralaması yapmaları istenmiştir. Dördüncü bölümde, hatalı elektrik alan çizimleri verilmiş ve katılımcıların

izimlerdeki hataları bulmaları ve hataları açıklamaları istenmiştir. Verilerin analizi betimsel analize uygun olarak yapılmıştır. Her bir kural tema olarak ele alınmış ve bu temalara uygun olacak şekilde veriler kodlanmıştır. Katılımcıların çizimlerinde doğru olanlara 1 puan, yanlış olanlara ise 0 puan verilmiştir. Böylece katılımcıların başarı durumları belirlenmiştir. Çizimlerin puanlandırılması iki uzman ile paralel yapılarak puanlayıcı güvenilirliği sağlanmıştır. Katılımcıların izimlerinden aldığı puanlar kurallara göre farklılık göstermektedir. Pozitif ve negatif yükler için elektrik alan çizgilerini çizmede ve elektrik alan çizgilerinin kesişmediğini göstermede yüksek başarı görölmüştür. Elektrik alan çizgilerinin elektrik alan şiddeti ile orantılı izilmesindeki başarının ise orta seviyede olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların, elektrik alanın herhangi bir noktasındaki elektrik alan vektörünü göstermedeki başarılarının düşük olduğu görölmüştür.



Anahtar Kelimeler : Elektrik alan çizgileri, elektrik alan vektörü, çizim yöntemi
Sayfa Adedi : 131+xvii
Danışman : Prof. Dr. Pervin ÜNLÜ YAVAŞ

INVESTIGATION OF THE KNOWLEDGE OF PHYSICS TEACHERS CANDIDATES ABOUT THE ELECTRIC FIELD LINES USING THE DRAWING METHOD

(M. S. Thesis)

Kübra KELLEÇİ

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

July, 2021

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the knowledge of physics teacher candidates about electric field lines by drawing method. The study was carried out in accordance with qualitative research methods. The participants in the study were 27 physics teachers who studied at the public university and had seen the subject of electric field lines in their course. The Electric Field Lines Scale has been prepared for data collection. Electric field lines are a good model for visualizing electric field patterns. The Electric Field Lines Scale is designed to measure participants' information by drawing method. The scale is designed to cover the rules of 'drawing the electric field lines to come out of positive load, drawing the electric field lines to enter the negative load, the frequency of the electric field lines is proportional to the amount of load, drawing the electric field lines without intersecting, frequent drawing of the electric field lines where the electric field is large, and the tangent at any point to the electric field lines to show the electric area at that point'. After the scale has been prepared, opinions from 7 experts have been drawn and corrections have been made in line with these insights. The scale consists of four parts. The first two sections give the participants different situations in which to draw electric lines. In the third part, participants were asked to draw the electric field vector and arrange the magnitude. In the fourth part, incorrect electric field drawings were given and the delegates were asked to find errors in

the drawings and to explain the error. The analysis of the data was done in accordance with the descriptive analysis. Each rule was treated as a theme and the data was coded to suit those themes. The correct ones on the participants' drawings are given 1 point and those that are incorrect are given 0 points. This will help to identify the success of the participants. Scoring drawings in parallel with two experts ensures scoring reliability. The points that participants receive from their drawings vary according to the learning outcome. There was a high success in drawing electric field lines for positive and negative charge and showing that the electric field lines do not intersect. The success of the proportional drawing of electric field lines has been found to be moderate. Participants have found that their success in demonstrating the electric field vector at any point in the electric field is low.



Key Words : Electric field lines, electric field vector, drawing method

Page Number :131+xvii

Supervisor : Prof. Dr. Pervin ÜNLÜ YAVAŞ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİSİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
Problem	3
Alt Problem.....	3
Araştırmanın Amacı	3
Araştırmanın Önemi.....	4
Varsayımlar	5
Sınırlılıklar.....	6
BÖLÜM II.....	7

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	7
Model ve Modelleme Nedir?	7
Bilimsel Model Nedir?	10
Çizim Nedir?	10
Çizim Yöntemi Kullanılarak Yapılan Araştırmalar	10
Elektrik İle İlgili Yapılan Araştırmalar	18
Elektrik Konusunda Çizim Yöntemi İle İlgili Araştırmalar	23
BÖLÜM III	29
YÖNTEM	29
Araştırmanın Modeli	29
Katılımcılar	32
Araştırma Süreci	33
Veri Toplama Aracı	35
Ölçeğin Uygulanması	37
Verilerin Analizi	37
Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği	40
BÖLÜM IV	42
BULGULARVE YORUMLAR.....	42
Elektrik Alan Çizgileri Pozitif Yükten Çıkacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 1- PYÇ)	42
Elektrik Alan Çizgileri Negatif Yüke Girecek Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 2- NYG)	53

Elektrik Alan Çizgileri Kesişmeden Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 3-ÇK)	62
Elektrik Alan Çizgilerinin Sayısı Yükler ile Orantılı Olacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 4- ÇSO).....	71
Elektrik Alanın Büyük Olduğu Yerlerde Elektrik Alan Çizgileri Sık Olacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 5- ABYÇS).....	81
Elektrik Alan Çizgilerine Herhangi Bir Noktadaki Teğet O Noktadaki Elektrik Alan Vektörünü Gösterir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 6 – T ve Y).....	90
Teğet Kuralına Yönelik Bulgular	90
Yön Kuralına Yönelik Bulgular.....	96
BÖLÜM V	103
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
Sonuçlar	103
Öneriler	107
KAYNAKLAR.....	109
EKLER.....	122
EK 1. Belirtke Tablosu	123
EK 2. Uzman Görüşü.....	124
Ek 3. Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği.....	125
ÖZGEÇMİŞ	129

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Sınıflara Göre Katılımcı Sayısı</i>	33
Tablo 2. <i>Elektrik alan çizgileri kurallarının ölçüldüğü madde dağılımları</i>	36
Tablo 3. <i>Temalara göre maddeler ve alınabilecek en yüksek puanlar</i>	39
Tablo 4. <i>Örnek analiz tablosu</i>	40
Tablo 5. <i>Katılımcıların PYÇ kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	51
Tablo 6. <i>Katılımcıların NYG kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam paunlar</i>	60
Tablo 7. <i>Katılımcıların ÇK kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	69
Tablo 8. <i>Katılımcıların ÇSO kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	79
Tablo 9. <i>Katılımcıların ABYÇS kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	88
Tablo 10. <i>Katılımcıların T kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	94
Tablo 11. <i>Katılımcıların Y kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar</i>	101

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1.</i> Araştırma süreci akış diyagramı.....	34
<i>Şekil 2.</i> Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	39
<i>Şekil 3.</i> PYÇ kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı.....	43
<i>Şekil 4.</i> Ö27 kodlu öğretmen adayının 1-A maddesine ait çizimi.....	43
<i>Şekil 5.</i> Ö9 kodlu öğretmen adayının 1-A maddesine ait çizimi.....	44
<i>Şekil 6.</i> Ö9 kodlu öğretmen adayının 1-A ve 1B maddelerine ait çizimleri	45
<i>Şekil 7.</i> Ö17 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	45
<i>Şekil 8.</i> Ö26 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	46
<i>Şekil 9.</i> Ö19 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi.....	47
<i>Şekil 10.</i> Ö8 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi.....	47
<i>Şekil 11.</i> Ö13 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	48
<i>Şekil 12.</i> Ö25 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	48
<i>Şekil 13.</i> Ö1 kodlu öğretmen adayının 4-A maddesine ait yanıtı	49
<i>Şekil 14.</i> Katılımcıların PYÇ maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	52
<i>Şekil 15.</i> NYG kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	53
<i>Şekil 16.</i> Ö1 kodlu öğretmen adayının 1-B maddesine ait çizimi.....	54
<i>Şekil 17.</i> Ö23 kodlu öğretmen adayının 1-B maddesine ait çizimi.....	54
<i>Şekil 18.</i> Ö21 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	55
<i>Şekil 19.</i> Ö5 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	56
<i>Şekil 20.</i> Sırası ile Ö9 ve Ö23 kodlu öğretmen adaylarının 2-A maddesine ait çizimleri ...	56

Şekil 21. Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	57
Şekil 22. Ö5 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	58
Şekil 23. Katılımcıların NYG maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	61
Şekil 24. ÇK kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	62
Şekil 25. Ö13 kodlu öğretmen adayının 1-A ve 1-B maddelerine ait çizimleri.....	63
Şekil 26. Ö7 kodlu öğretmen adayının 1-B ve 2-B maddelerine ait çizimleri	63
Şekil 27. Sırasıyla Ö3 ve Ö6 kodlu öğretmen adaylarının 2-A maddesine ait çizimleri	64
Şekil 28. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi.....	64
Şekil 29. Ö5 ve Ö12 kodlu öğretmen adaylarının 2-B maddelerine ait çizimleri	65
Şekil 30. Ö3 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	66
Şekil 31. Ö9 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	66
Şekil 32. Ö14 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı.....	67
Şekil 33. Ö6 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı ve çizimi	67
Şekil 34. Ö24 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı.....	68
Şekil 35. Katılımcıların ÇK maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	70
Şekil 36. ÇSO kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	71
Şekil 37. Ö20 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	72
Şekil 38. Ö7 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi.....	72
Şekil 39. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi.....	73
Şekil 40. Ö21 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi.....	74
Şekil 41. Ö19 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	74
Şekil 42. Ö12 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	75
Şekil 43. Ö1 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi.....	76
Şekil 44. Ö6 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait yanıtı.....	77
Şekil 45. Ö14 kodlu öğretmen adayının 4-B maddesine ait çizimi.....	77
Şekil 46. Katılımcıların ÇSO maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	80
Şekil 47. ABYÇS kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	81

Şekil 48. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2A ve 2-B maddelerine ait çizimleri	82
Şekil 49. Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait yanıtı.....	82
Şekil 50. Ö9 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait yanıtı.....	83
Şekil 51. Ö6 kodlu öğretmen adayının 3A-I maddesine ait yanıtı	84
Şekil 52. Ö21 kodlu öğretmen adayının 3A-I maddesine ait yanıtı	85
Şekil 53. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3B-I maddesine ait çizimi	86
Şekil 54. Ö6 kodlu öğretmen adayının 3B-I maddesine ait çizimi	87
Şekil 55. Katılımcıların ABYÇS maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	89
Şekil 56. T kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	90
Şekil 57. Ö27 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi	91
Şekil 58. Ö19 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi	91
Şekil 59. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi	92
Şekil 60. Ö26 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi	93
Şekil 61. Katılımcıların T maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı	95
Şekil 62. Y kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı	96
Şekil 63. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi	97
Şekil 64. Ö3 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi	97
Şekil 65. Ö25 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi	98
Şekil 66. Ö14 kodlu öğretmen adayının 3A-II ve 3B-II maddelerine ait çizimleri.....	99
Şekil 67. Ö17 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi	100
Şekil 68. Katılımcıların Y maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı.....	102

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

EAÇÖ Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği

PYÇ Pozitif Yükten Çıkacak

NYG Negatif Yüke Girecek

ÇK Çizgiler Kesişmez

ÇSO Çizgi Sayıları Orantılı

ABYÇS Alan Büyük Olduğu Yerlerde Çizgiler Sık

T Teğet

Y Yön

MEB Millî Eğitim Bakanlığı

BÖLÜM I

GİRİŞ

Fizik bilgisi 2018 Fizik Öğretim Programı'nda belirtildiği gibi, evreni ve evrendeki düzenin, olayların ve doğanın işleyişinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Fizikte gerçekleşen gelişmelerle birlikte teknolojinin de geliştirilmesiyle insanlığın gelişimi ve evrenin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Fizik derslerinde geçen kavramların soyut ve karmaşık yapılı olması nedeniyle öğrencilerin teorik bilgileri öğrenme süreçleri oldukça güçleşmektedir (Kibble, 1999). Bilgiler ne kadar somut olursa öğrenme o kadar anlamlı gerçekleşir. Bu nedenden dolayı özellikle fizik öğretiminde bilgilerin somutlaştırılması gerekmektedir. Anlatımlarda bu soyut kavramları somutlaştırmanın etkin yollarından biri model kullanımıdır. Modeller anlaşılması zor, karışık konuları basite indirgeyerek akılda kalacak şekilde açıklar (Gülçiçek & Güneş, 2004).

Modeller bilimsel açıklamalarda da anahtar rol oynar. Bu bakımdan, modeller; fikirler, nesneler, olaylar, sistemler veya süreçler olabilir. Uzman bir alanda modeller oluşturmak için ortak deneyim dili ve bilgisi gereklidir (Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998). Bu tür modelleri Harrison ve Treagust (2000) 'teorik modeller' olarak sınıflandırmaktadır ve elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar bu sınıflamaya giren modellerdir. Böylece elektrik alan çizgileri hem bilimin anlaşılmasında hem de öğretilmesinde etkili bir model olarak

karşımıza çıkmaktadır. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan modeller ise ‘zihinsel modeller’ olarak tanımlanır (Harrison & Treagust, 2000). Önceden oluşturulmuş modellerin öğrenilmesi ve öğretilmesi durumunda öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları kişisel modeller kaynak modelle uyumsuz olabilir. Bu durumda modellerin öğrenci tarafından nasıl anlaşıldığını araştırmak gereklidir. Böylelikle elektrik alan çizgileri modeli hem bilimin anlaşılmasında hem de öğretilmesinde etkili bir model olarak karşımıza çıkmaktadır.

Problem Durumu

Soyut doğası nedeniyle vektör alanlarına aşina olmayan öğrenciler için elektrik alan kavramını öğrenmek oldukça zordur (Kibble, 1999). Elektrik alan kavramının daha anlaşılır olması için temsillerle gösterilmeye ihtiyaç duyulur (Campos & Zuza, 2017; Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019). Elektrik alan çizgileri, elektrik alan desenlerinin görselleştirilmesi için oluşturulmuş bilimsel teorik bir modeldir. Fizik kitaplarında elektrik alan kavramı için elektrik alan çizgileri temsilleri mutlaka kullanılır (Fishbane, Gasiorowicz & Thornton, 1996; Serway & Beichner, 2000; Taşar & Orbay, 2010).

Elektrik alan çizgilerinin, elektrik alan kavramını verimli bir şekilde iletip ilemediğini ve öğrencilerin bunu doğru yorumlayıp yorumlamadığını araştırmak gerekir (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019). Elektrik alan kavramının daha anlaşılır olması için temsillerle gösterilmeye ihtiyaç duyulur (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019). Bunun için elektrik alan çizgileri hakkında araştırmalara ihtiyaç duyulmuştur. Çalık, Ayas ve Ünal (2006) bazı öğrencilerin düşündüklerini çok rahat dile getiremediklerini, bu sebeple kendini ifade edebilmeleri ve sahip oldukları bilgi düzeylerinin ortaya çıkabilmesi için çizimler kullanılmasının etkili olacağını ön görmüştür.

Elektrik alan çizgilerinin çizim yoluyla araştırılması üzerine yapılmış bazı çalışmalar vardır ancak oldukça azdır (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019; Cao & Brizuela, 2016; Taşkın & Ünlü Yavaş, 2019; Taşkın & Ünlü Yavaş, 2020). Bu sebeplerden dolayı çalışmanın

konusu öğrencilerin elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgilerinin çizim yöntemiyle araştırılması olarak seçilmiştir.

Problem

Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri ile ilgili bilgilerinin çizim yöntemindeki durumu nedir?

Alt Problem

1. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?
2. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin negatif yüke girecek şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?
3. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri birbirini kesmeyecek şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?
4. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin sıklığı yük miktarı ile orantılı olacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?
5. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin sıklığı, elektrik alanın büyüklüğü ile doğru orantılı olacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?
6. Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğetin, elektrik alanın o noktadaki yönünü verir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgilerini çizim yöntemi ile araştırmaktır.

Araştırmanın Önemi

Fizik öğretiminde, kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlanması için çeşitli stratejiler, teknikler, yöntemler kullanılmaktadır. Etkin olarak kullanılan yöntemlerden biri de çizim yöntemidir. Çizimler, öğrenciye çok fazla sınır koymadan kendilerini ifade edebildikleri ve böylelikle de ortaya konulamayan boyutların bile açığa çıkmasını sağlayan bir yöntemdir. Köse (2008) çizim etkinliklerinin öğrencilerin soyut kavramlarla ilgili fikirlerini keşfetmek için başarıyla kullanıldığını ve zihnin bir görüntüsünü yansıttığını söylemiştir. Ormancı ve Balım (2014)'a göre öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri ve soyut olarak verilen kavramları barındıran bilgilerin öğretiminde ve değerlendirilmesinde çizimler etkili bir şekilde kullanılabilir.

Literatür tarandığında fen alanında (Çelikler & Kara, 2012; Çökelez & Yalçın, 2012; Durmuş, 2017; Şahin Akyüz, 2016; Tatar, Feyzioğlu, Buldur & Akpınar, 2012), biyoloji alanında (Artun & Özsevgeç, 2014; Ayvacı, Bebek, Atik & Keleş, 2016; Kurt, Ekici & Aksu, 2013; Türkoğlu & Öztürk, 2019) ve kimya alanında (Atasoy, Kadayıfçı & Akkuş, 2007; Devetak & Glazar, 2010; Eryılmaz Muştu & Ucer, 2018; Nakiboğlu, 2016; Tarkın Çelikkıran & Gökçe, 2019) çizim yöntemi kullanılarak çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Astronomi konularında da güneş, evren, yıldız gibi kavramlar çizim yöntemiyle araştırılmıştır (Galano, Colantonio, Leccia & Puddu, 2018; Görecek Baybars & Çil, 2019; İyibil & Sağlam Arslan, 2010; Kurnaz, Tarakçı, Aydın & Pektaş, 2013).

Fizikte çizim yöntemi hakkındaki çalışmalara bakıldığında mekanik konularında; öğrencilerin iş kavramı ile ilgili becerileri (Uzunkavak, 2009a), Newton Kanunları hakkındaki bilgileri (Uzunkavak, 2009b), eylemsizlik, sürtünme kuvveti ve ivme kavramları hakkındaki bilişsel yapılarının araştırılması (Tavukçuoğlu, 2018) gibi çalışmalar göze çarpmaktadır. Elektrik konularında ise; öğrencilerin bir iletkenin içerisinde (Görecek Baybars, 2018; Kibble, 1999) ve basit elektrik devresinde (Harman & Çökelez, 2016; Stocklmayer & Treagust, 1996; Yılmaz & Huyugüzel Çavaş, 2006; Yürümezoğlu &

Çökelez, 2010) gerçekleşen olaylar hakkındaki bilgileri çizimler yoluyla araştırılmıştır. Elektrik konularında çizim yöntemi kullanılarak yapılan bir başka çalışma, manyetik ve elektrik alanında elektrik yüküne etkiyen kuvvetler, Coulumb Kanunu, Gauss Kanunu ve elektrik alanında yüklü cisimlere etkiyen kuvvetler hakkındadır (Alev & Karal, 2013; Yiğit, Alev, Tural & Bülbül, 2012).

Elektrik alan hakkındaki çalışmalara bakıldığında genellikle konu hakkında kavram yanılgıları ve bu kavramların öğrenmedeki zorluklarının araştırıldığı görülmektedir (Çıbık, 2017; Çıldır & Şen, 2006; Demirci & Çirkinoğlu, 2004; Furio & Guisasola, 1998; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Karal, Alev & Yiğit, 2009).

Bu tezin konusunu oluşturan elektrik alan hakkındaki bilgilerin çizim yöntemiyle araştırıldığı çalışmaların da olduğu ancak sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Alanyazında en fazla elektrik alanın temsillerinin ve anlayışlarının araştırıldığı çalışmalar vardır (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019; Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2020; Cao & Brizuela, 2016; Garza & Zavala, 2010; Goswami & Parida, 2015; Karal, Alev & Yiğit, 2009; Karal & Uzun, 2018; Magana & Balachandran, 2017). Elektrik alan, elektrik kuvvet, elektromanyetizma gibi soyut kavramların anlaşılması için dokunsal simülasyonlar ile öğrencilerin çizimler yaptığı çalışmalar da söz konusudur (Magana & Balachandran, 2017). Elektrostatik dengedeki iletkenlerin elektrik alanları için öğrencilerden çeşitli durumlarda çizimler yapmaları istendiği ve bu yolla öğrencilerin bilgilerinin araştırıldığı çalışmalar vardır (Taşkın & Yavaş, 2019; Taşkın & Yavaş, 2020;).

Elektrik alan çizimleri konusuna odaklanan ve çizim yöntemiyle yapılan çalışmaların sınırlı olması sebebiyle bu çalışmanın konusu, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizimleri hakkındaki bilgilerinin çizim yöntemi ile araştırılması olarak belirlenmiştir.

Varsayımlar

Araştırmanın varsayımları şöyledir:

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına verilecek olan ‘Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği’ ne samimi ve içten cevap verecekleri varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Araştırma nitel bir çalışma olarak gerçekleştirildiğinden, verileri değerlendirme gücü katılımcı sayısının arttırılmasını sınırlandırmıştır.



BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölüm, model ve modelleme, bilimsel model, çizim yöntemi, çizim yöntemi kullanılarak yapılan araştırmalar, elektrik ile ilgili yapılan araştırmalar ve elektrik konusunda çizim yöntemiyle yapılan araştırmalar şeklinde alt bölümler halinde düzenlenmiştir.

Model ve Modelleme Nedir?

Bilimsel araştırmalarda model ve modellemenin oldukça önemli yeri vardır (Cartier, Rudolph & Stewart, 2001). Modeller, karmaşık görünen olayların insanlar tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla kullanılan bilimsel ve zihinsel etkinliklerdir (Paton 1996'dan aktaran Berber ve Güzel, 2009). Gülçiçek ve Güneş (2004) modellemeyi, hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağını tespit edildiği, birçok basamaktan oluşan aktiviteleri kapsayan bir süreç olarak tanımlamışlardır.

Bilim insanları yaptıkları çalışmalarında modelleri kullanarak yeni teoriler geliştirir ve bunların modellemesini yaparak bilimin ilerlemesini sağlarlar (Ergin, Özcan & Sarı, 2011). Günbatar ve Sarı (2005) modellerin, bilimin ilerleme sürecinde, insanın düşünce ilerlemesine, gerçek bilginin daha iyi gelişmesinde, bilim öğretiminde görev aldığını belirtmiştir.

Model ve modellemenin terimsel anlamları aslında, bilim adamlarının yeni ürünler (kanun, prensip, teori, eşitlik, formül v.b.) ortaya çıkarmak için izledikleri aşamaları ve bu aşamaların sonuçlarını kısaca özetlemektedir (Akyol, 2009).

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) yaptıkları çalışmada fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik alanında öğretim elemanlarına fen bilimleri ve fen eğitiminde model ve modellemelerin rolü hakkındaki bilgilerini ortaya çıkarmıştır. Yaptıkları bu çalışmada model ve modellemelerin fen öğretiminde oldukça etkili olduğunu vurgulamışlardır. Modellerin sınıflandırılması bilimsel modeller ile karıştırılmaması bakımından önem arz etmektedir (Gülçiçek & Güneş, 2004). Harrison ve Treagust (2000) modellerin sınıflandırmasını 10 farklı gruba göre yapmıştır. Bunlar:

- 1) Ölçek Modelleri
- 2) Pedagojik Analogik Modeller
- 3) Simgesel ya da Sembolik Modeller
- 4) Matematik Modeller
- 5) Teorik Modeller
- 6) Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar:
- 7) Kavram-Süreç Modelleri
- 8) Simülasyonlar
- 9) Zihinsel Modeller ve
- 10) Sentetik Modeller

Harrison ve Treagust (2000) modelleri açıklayıp örnekler vermişlerdir. Ölçek modelleri için bitkilerin, hayvanların, arabaların, teknelerin ve binaların ölçek modelleri renklerini, dış şekillerini ve yapılarını tarif etmek için kullanıldığını belirtilmiştir ve bu ölçeklere örnek olarak oyuncak ve oyuncak benzeri modeller gösterilmiştir.

Pedagojik analogik modeller için öğretim ve öğrenmede kullanılan analogik modelleri, ölçek modellerini kapsadığını dile getirmişler ve bu modellere analogik denmesinin nedenini modelin bilgiyi hedef ile paylaşmasını sebep göstermişlerdir. Bu modeller atom gibi gözle

görülmeven kavramların anlatımı için bilim insanları tarafından üretildiği belirtilmiştir. Simgesel ya da sembolik modeller açıklayıcı iletişim modelleri olduğunu belirlemişler ve kimyasal denklemler, eşitlikler bu tür modellerin iyi örnekleri olduğunu dile getirmişlerdir.

Matematiksel modeller için diğer modeller arasında en doğru, en soyut ve öngörücü gücü en yüksek modeller olduğunu söylemişlerdir. Fiziksel özellikler ve süreçler kavramsal ilişkileri ortaya koyan matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebileceğini tespit etmişlerdir. Teorik modelleri ise teorik varlıkları açıklamak için insanlar tarafından oluşturulan modeller olduğu söylenmiştir ve manyetik alan çizgilerinin ya da fotonların analogik gösterimleri olarak tanımlanmıştır. Haritalar, diyagramlar ve tabloları öğrenciler tarafından rahatlıkla görselleştirilmeye yarayan modeller olarak ifade edilmiştir. Periyodik tablo, hava haritalar, kan dolaşımı, soy ağacı gibi örnekler verilmiştir.

Harrison ve Treagust (2000) çoğu fen kavramının nesnelerden çok süreçlerden oluştuğunu ve kavram süreç modellerinin bu aşamada kullanıldığını belirtmiştir. Işığın kırılmasını en iyi yapan açıklamalardan biri topların, tekerleklerin ya da askerlerin zordan kolayca hareket ettiğini bu model ile açıklamışlardır. Simülasyonların çoklu dinamik modellerin özel bir türü olduğunu belirtmişlerdir. Simülasyon modeline ise nükleer reaksiyonlar, küresel ısınmanın modellemesini örnek vermişlerdir. Zihinsel modelleri, bireylerin bilişsel işlemler sırasında üretilen bir çeşit zihinsel, analogik gösterim olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin bu modelleri kendi zihninde ürettiklerini belirtmişlerdir. Öğrenci tarafından üretilen bu modelin bilimsel olmayabileceğine dikkat çekmişlerdir. Son olarak sentetik modeller için öğrencilerin kendi içsel modelleriyle öğretmenlerinin bilimsel modellerini sentezleyerek oluşturdukları alternatif kavramalarının gelişimini sergiledikleri modeller olarak tanımlamışlardır.

Bilimsel Model Nedir?

Bilim adamları bir sistemin nasıl davranacağını, bir olayın nasıl gerçekleştiğini veya bir sürecin nasıl geliştiğini anlamak, tahmin etmek için modellerden ve modelleme sürecinden faydalanırlar. Bilim insanları bilimsel araştırmalar yaparken modelleri, ölçülecek varsayımların formülleştirilmesinde ve bilimsel olayların, kavramların ve süreçlerin açıklanmasında kullanırlar (Berber & Güzel, 2009).

Bilimsel bir model, doğal bir süreci tanımlayan bir dizi fikir olarak kabul edilir. Bu şekilde tasarlanan bilimsel bir model, doğal olayları açıklamak veya tahmin etmek için belirli kısıtlamalar göz önüne alındığında zihinsel olarak çalıştırılabilir. Bu şekilde, bilimsel modeller hem bilimsel araştırmaların arzu edilen ürünleri hem de gelecekteki araştırmalar için kılavuzlar olarak yararlıdır (Cartier, Rudolph & Stewart, 2001).

Bilimsel modellerin önemli özelliklerinden biri kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından geliştirilebilir ve ayrıca eklemeler yapılarak, başka modellerle birleştirilip derinleştirilebilir olmaları göze çarpmaktadır (Ünal & Ergin, 2006). Buradan da bilimsel modellerin işlenebilirliği, değişebildiği anlaşılmaktadır.

Çizim Nedir?

Çizimler; bireylerin kendilerini herhangi bir sınırlama olmaksızın, özgürce ifade etmelerine olanak veren ve konuyla ilgili zihinlerindeki kavramsal çatının ayrıntılarıyla ortaya çıkmasına fırsat sağlayan böylece birinci elden veri elde etmeye yarayan bir araçtır (Anagün & Duban, 2014, s. 317).

Çizim Yöntemi Kullanılarak Yapılan Araştırmalar

Literatüre bakıldığında birçok branşta çizim yöntemi kullanılarak çalışma yapıldığı görülmektedir. Çizim yöntemi için Ormancı ve Balım (2014), öğrencilerin konuya ilişkin düşüncelerini ve fikirlerini belirlemede kullanılabilecek bir yöntem olduğunu söylemiştir.

Thomas, Pedersen ve Finson (2001), çalışmalarında fen bilimleri öğretmen adaylarına kendilerini nasıl bir eğitim ortamında algıladıklarını ortaya çıkarmak için Draw-A-Science-Teacher-Test Checklist ile bir test olarak geliştirilmiştir ve öğretmen adaylarına uygulamışlardır. Öğretmen adaylarının çizimlerini incelemişlerdir.

Türkoğlu ve Öztürk (2019) yaptıkları çalışmada; GDO,şeker yüklemesi, HES, organ bağıışı, nükleer enerji ile ilgili sosyo- bilimsel konularda öğretmen adaylarının zihinsel modelleri incelemek için tarama modeliyle araştırma yapmıştır. Fen bilgisi öğretmenliği son sınıfta öğrenim görmekte olan 31 kadın, 9 erkek toplamda 40 öğretmen adayının zihinsel modellerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarından çizimler istenmiş ve yapılan çizimler kodlanarak kategorilere ayrılmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarında çeşitli kavram yanlışları gözlemlenmiş, öğretmen adaylarının sınırlı anlayışlara sahip oldukları açığa çıkmıştır. Ayvacı, Bebek, Atik ve Keleş (2016) özel durum yöntemi kullanılarak 6. Sınıfta öğrenim gören 18 öğrencinin hücre konusundaki zihinsel modellerini çizimler ile ortaya çıkarmaları amaçlanmıştır. Yapılan incelemelere bakılarak öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları ve teknolojileri etkin kullandıkları için model anlayışlarını etkiledikleri gözlemlenmiştir.

Kurt ve Ekici (2013a) biyoloji öğretmen adaylarının osmoz kavramıyla ilgili bilişsel yapıları ve alternatif kavramları tespit etmek amaçlanmıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmaya 44 biyoloji öğretmen adayı katılım sağlamıştır. Öğretmen adaylarına çizim yöntemi kullanarak osmoz kavramını resmetmeleri istenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda osmoz tanımlama, osmozun gerçekleştiği yerler ve yapılar, osmoz ortamları, bitkilerde osmozun önemi, osmozda madde taşınma şekilleri ve maddelerin özellikleri olmak üzere 5 kategoride sıralanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının kategorilerde osmozla ilgili bazı farklı kavramlara sahip oldukları gözlemlenmiştir. Aynı şekilde Kurt ve Ekici (2013b), biyoloji öğretmen adaylarının virüs kavramıyla ilgili bilişsel yapılarını çizim tekniği kullanılarak tespit etmek amaçlanmıştır. Veriler toplam 44 biyoloji öğretmen adayının katılımıyla toplanmıştır. Araştırma sonunda veriler (virüsleri tanımlama, virüs genetiği, virüslerin

anatomik yapısı, virüs türleri, virüs hastalıkları ve yapılması gerekenler, virüs-bakteri ilişkisi) olmak üzere toplam 6 kategori altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının virüsle ilgili alternatif kavramlarının olduğu gözlemlenmiştir.

Kurt, Ekici ve Aksu (2013) bir başka çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili zihinsel modellerini çizim yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmaya 42 biyoloji öğretmen adayının katılmıştır. Araştırma sonunda; biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla ilgili zihinsel modelleri kategoriler altında toplanmıştır. Ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramıyla bilimsel yetersizliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Artun ve Özsevgeç (2014) araştırmalarında fen bilgisi öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz konuları ile ilgili bilgi düzeylerinin açığa çıkması istenmiştir. Bu çalışmaya 32 öğretmen adayı katılmıştır ve çalışmada özel durum yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarına ön test ve son test için 5 açık uçlu soru yer alan bir ölçek verilmiştir ve öğrencilerden çizimler yapmaları istenmiştir. Yapılan çizimler kodlanarak analiz edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda ise ön-test ve son-testin arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bozdemir Yüzbaşıoğlu ve Sarıkaya (2019) Çalışmada dördüncü sınıfta öğrenim gören altı öğrenciye, dersler anlatılmadan önce ve sonra “Mikroskobik Canlılar Kavram Testi” uygulanmıştır. Öğrencilerden bu konu hakkında çizimler istenmiştir ve yapılan çizimler kodlanmıştır. Veriler, anlama seviyelerine bakılarak analiz edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, öğrencilerin zihinsel modellerinde bilimselliğe yakın çizimler yaptıkları gözlenmiştir. Ancak bazı öğrencilerde ise mikroskobik canlıların çizimlerinde boyutlarına yönelik eskiklikler olduğu belirlenmiştir.

Devetak ve Glazar (2010) Kimya kavramlarındaki alt mikro temsillerinin zihinsel yetenek, cinsiyet, motivasyon gibi belirli değişkenlere göre ortaya çıkması amaçlanan araştırmada öğrencilerden çizim yapmaları istenmiştir. Araştırmaya 386 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Öğrencilere ölçek verilerek saf maddeler ve karışımlar, kimyasal reaksiyonlar, elektrolit gibi

kavramları çizmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda çizme becerilerine göre kızların erkeklerden daha düşük puanlar aldıkları görülmüştür. Öğrencilerin yeterli zihinsel bilgileri olmadığı belirlenmiştir. Nakiboğlu (2016) çalışmasında, öğrencilerin metalik bağ konusundaki zihinsel modelleri belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışmada bakır metalinin yapısı çizilmesi ve metalik bağın ne olduğu ifade edilmesini isteyerek 2 adet açık uçlu soru sormuştur. Yapılan çizimler, kodlamalar yapılarak incelemiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin metalik bağ konusundaki zihinsel modellerinin karmaşık yapıların aksine daha sade bulunduğunu belirlemiştir.

Yalçın Çelik, Turan Oluk, Üner, Ulutaş ve Akkuş (2017) yazmış oldukları makalede, 109 kimya öğretmen adayı ile çalışarak öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili imajlarını çizimlerle ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu araştırma için açık uçlu 2 sorudan oluşan test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kimya öğretmen adaylarının çoğunun asitlik kavramı ile ilgili bilimsel görüşe uygun olmayan imajlara sahip oldukları belirlenmiştir. Asit ve baz kavramlarına yönelik Çelikler ve Harman (2015) Fen Bilgisi Eğitimi'nde okuyan 75 öğretmen adayının asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerini çizim yöntemi ile araştırmışlardır. Öğretmen adaylarından asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinlerinde canlanan çizimleri açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının yaptıkları çizimler ve açıklamalar betimsel analiz ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin genel anlamda yeterli olduğu görülmüştür ancak asit ve bazlara örnek vermede, günlük yaşamda asit ve baz kavramlarını kullanabilmede zihinsel modellerinin sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Atomun modelleri ve yapısını içeren çalışmada Karagöz ve Sağlam Arslan (2012), 7. sınıfta öğrenim gören 45 öğrenciye 6 soruluk açık uçlu bir test uygulayarak öğrencilerden atom modeli ve yapısı ile ilgili çizimler yapmaları istenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, öğrencilerin atom modellerini güneş sistemi modeli, tanecikli yiyecek modeli, dünya modeli, dönme dolap modeli şeklinde ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin tamamının atomun proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu doğru bir

şekilde belirttikleri gözlenmiştir. Atom kavramı ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise Eryılmaz Muştı ve Ucer (2018) ortaokul öğrenim gören 90 öğrencinin atom kavramı ile ilgili çizim yapmaları için iki adet açık uçlu soru sorulmuştur. Öğrencilerin çizimleri nitel analizle incelenmiş, kategorilere ayrılmıştır. Araştırmanın sonucunda ise bazı öğrencilerin çizimlerinin kavram yanlışlığına sahip olduğu, bazı çizimlerin ise kabul edilebilir seviyede olduğu belirlenmiştir. Çökelez ve Yalçın (2012) ise 7. Sınıfta öğrenim gören 217 öğrencinin atom kavramı ile ilgili ön-test, son-test yapılarak zihinsel modellerinin farklılıklarını çizim yöntemi ile belirlenmesini amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerinin ders sonunda gelişmeler göstermiş olduğu açığa çıkmasına karşın, atomun yapısını yeteri kadar kavrayamadıkları görülmüştür.

Gökçe (2018) yazmış olduğu yüksek lisans tezinde, kimya öğretmen adaylarının çözünürlük kavramına dair imajlarının çizimler yapılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kimya öğretmenliği bölümünün 3. ve 4. sınıfında öğrenim gören toplam 36 kimya öğretmen adayı ile yapılmıştır. Bu çalışmada, kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusu ile ilgili zihinsel imajlarını ortaya çıkartmak amacıyla çizim yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Araştırma için boşluk doldurma, grafik çizme ve yorumlama, açık uçlu sorular verilmiştir ve tanecik boyutunda çizim yapılarak toplanmıştır. Öğretmen adaylarının çizimleri kodlanarak incelenmiştir. Elde edilen bulgularda öğretmen adaylarının her üç gösterim seviyesine dair anlama düzeylerinde eksiklikler olduğunu ortaya çıkartmıştır. Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş (2007) kimyasal tepkimeler ve gazlar konusunda öğrencilerin zihinsel modellerini açığa çıkarmak amacıyla çizim yöntemi kullanılarak, lisede öğrenim gören 46 öğrenci ile çalışma yapmışlardır. Çalışma iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada kimyasal tepkimeler için ‘Kimyasal Tepkimeler İmaj Ölçeği’ kullanılmıştır. İkinci aşamada ise gazlar için ‘Gazlar Konusu Öğrenci Açıklamaları Ölçeği’ uygulanıp ,bu iki ölçekte ayrı ayrı incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururken hayal etme yeteneklerini aktif kullandıkları tespit edilmiştir. Çelikler ve Kara (2012) yapmış oldukları çalışmada, Fen Bilgisi Öğretmenliğinde öğrenim gören 163 öğrenci ile çizim yöntemini

kullanarak öğrencilerin periyodik çizelge hakkındaki imajlarının ortaya çıkması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda ise öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı görülmüştür.

Öğrencilerin ideal fen ortamlarını çizimlerle göstermeye yönelik yapılan çalışma yapılmıştır. Şahin Akyüz (2016) yüksek lisans tezinde, ortaokulda öğrenim göre 343 öğrencinin gerçek fen öğrenme ortamı ve ideal fen öğrenme ortamlarına yönelik imajlarını çizim yöntemi ile araştırmıştır. Çalışma tarama yöntemi yapılarak oluşturulmuş ve öğrencilerden ideal fen öğrenme ortamlarını çizimleri istenmiştir. Çizimler yoluyla elde edilen veriler gerekli programlar ile bilgisayar ortamında analiz edilmiştir. Sonuç olarak öğrenci çizimlerinin sessiz ve başarı hissini yakalayabilecekleri ortamlar resmettikleri belirlenmiştir.

Tatar, Feyzioğlu, Buldur ve Akpınar (2012) yazmış oldukları makalede, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretime yönelik zihinsel modellerini, cinsiyet ve sınıf değişkenlikleri ile ilişkisini belirlemek amacıyla 300 fen bilgisi öğretmen adayı ile çizim yöntemine dayalı çalışma yapmışlardır. Veriler kodlanarak bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarını kavramsal, araştırmacı ve açıklayıcı zihinsel modele sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca bu araştırma için cinsiyet kavramını bir etki olmadığı, sınıf düzeylerinin etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Durmuş (2017) yüksek lisans tezinde, ilköğretim üçüncü ve dördüncü sınıflarda öğrenim gören 100 öğrencinin erime, donma ve buharlaşma kavramları hakkında zihinsel modellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Veri toplama aracı olarak çizim yöntemi kullanılmıştır. Bu çizimlerden elde edilen verilere göre öğrencilerin buharlaşma ve erime kavramlarına yönelik istenilen düzeyde bilimsel bilgi içermedikleri ve kavram yanılgılarına sahip oldukları gözlenmiştir. Tavukçuoğlu (2018) yüksek lisans tezinde, 11 ve 12. sınıflardan oluşan 136 tane öğrencilerin eylemsizlik, sürtünme kuvveti ve ivme kavramları hakkındaki bilişsel yapılarını incelemiş, kelime ilişkilendirme testini uygulamış ve bu üç kavram hakkında öğrencilerin çizim yapmalarını istemiştir. Elde ettiği verileri içerik analiziyle analiz edip belirli başlıklar altında toplanmıştır. Öğrencilerin bilgi düzeylerinin

eksik olduğu görülmüştür. Çizimler incelendiğinde ise öğrencilerin günlük hayat ile bağdaştırarak çizimlerini yaptıkları tespit edilmiştir.

Literatüre bakıldığında astronomi konularında birçok araştırma yapıldığı belirlenmiştir. İyibil ve Sağlam Arslan (2010) yaptıkları çalışmada, 56 fizik öğretmen adayının yıldızlar hakkındaki zihinsel modellerin neler olduğunu araştırmışlardır. Öğretmen adaylarına yıldızların şekillerinin neye benzediğini, bu şekillere nasıl sahip olduklarını çizerek göstermeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara göre 7 farklı kategoride gruplandırma yapılmıştır. Öğretmen adaylarında bilgi eksikliği saptanmıştır. Kurnaz, Tarakçı, Aydın ve Pektaş (2013) yazdıkları makalede, ortaöğretimde öğrenim gören 110 öğrencinin yıldırım, şimşek ve elektriklenme hakkındaki zihinsel modellerini özel durum araştırma yöntemi ile ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Öğrencilere açık uçlu sorular sorularak cevaplar istenmiş ve akıllarında beliren görseli kâğıtlarına çizmeleri istenmiştir. Araştırmacılar elde edilen görsel bulguları çatallanmış, zig zag, düz, çarşaf ve sarmal olarak sınıflandırmıştır. Sonuçlara göre öğrencilerin bilimsel bilgiden uzak oldukları ve zihinsel model olarak düşünüldüğünde sentez model seviyesinde oldukları belirlenmiştir.

Muştu (2016) yaptığı çalışmada, örnekleme yöntemi kullanarak 9. ve 10. sınıfa giden 10 öğrencinin evren ile ilgili zihinsel modellerini araştırmıştır. Bu öğrencilerin çizimler yapmaları istenmiş ve sonuç olarak öğrencilerin astronomi konularındaki kavramlarında eksikler olduğu saptanmıştır. Galano, Colantonio, Leccia ve Puddu (2018) yaptıkları çalışmada 13-14 yaşlarındaki öğrencilerin mevsim değışikliğı, ayın evreleri, güneş veya ay tutulmaları konuları hakkındaki bilgilerini çizimler ile göstermelerini ve açıklamaları istenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre öğrencilerden bazılarının yanlış zihinsel modellere sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Kurnaz ve Değermenci (2012) çalışmalarında Trabzon'da ilköğretim okulunda okuyan 76 yedinci sınıf öğrencisinin bu kavramlar hakkındaki zihinsel modellerini çizimlerle araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak 7 açık uçlu soru yöneltilmiştir ve çizim yapmaları

istenmiştir. Elde edilen verilere göre yapılan çizimler teorik bilgilere uyumlu olmayan sentez modeline sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Görecek Baybars ve Çil (2019) yapmış oldukları çalışmada, 340 ortaokul öğrencilerine güneş sistemi hakkındaki zihinsel modellerini ortaya çıkarmak amacıyla sorular sorup çizim yapmaları istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğrencilerin bilimsel bilgiden uzak olan sentez ve ilkel modele sahip oldukları belirlenmiştir.

Yıldız (2016) yüksek lisans tezinde, Kastamonu’da öğrenim gören rastgele seçilmiş 235 kişiden oluşan 8. Sınıf öğrencilerine 12 açık uçlu soru sorulmuştur. Öğrencilerin ısı ve aktarımıyla ilgili zihinsel modellerinin çizim yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda ise öğrencilerin zihinsel modellerinin istenilen seviyede olmadığı gözlemlenmiştir. Çoban Ünal ve Kaya Şengören (2009) yaptıkları çalışmada, 20 fizik öğretmen adayının gölge konusundaki zihinsel modellerinin açığa çıkması amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarına ışığın ışın modeliyle ilgili 4 açık uçlu soru sorularak ön test uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra öğrencilere deneysel gözlemler yaptırılmıştır. Son aşamada ilk başta verilen açık uçlu sorular tekrar uygulanıp aradaki gelişmeler belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının gölgeyi cismin şekillerine göre çizdikleri ancak ışığın doğrultusuna göre çizmeyi ihmal ettikleri ortaya çıkmıştır. Çizimlerin bazılarında ön testte uygulanan hataların son testte de hatalı çizildikleri görülmüştür.

Uzunkavak (2009a) yaptığı çalışmada, öğrencilerin iş kavramındaki temel bilgilerini ve kavram yanlışlarını çizim yöntemiyle ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmaya, 200 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden, örnek verilen olaylar arasından seçim yaparak negatif ve pozitif işler hakkında bildiklerini çizimle ifade etmeleri ve açıklamaları istenmiştir. Araştırmanın sonunda, çizim metodunun öğrencilerin bilgilerini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarttığı görülmüştür. Uzunkavak (2009b) yazdığı makalede, Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü’nde öğrenim gören 138 öğrenciye Newton Kanunları hakkındaki bildiklerini çizmeleri ve ifade etmeleri istenmiştir. Böylelikle öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Öğrenciler sınav olduktan sonra 4 adet

çizim ve ifade içeren sorular sorulmuştur. Araştırma sonucunda ise çizim yönteminin kullanılması öğrencilerin kavram yanlışlarının ortaya çıkmasında etkili olduğu görülmüştür.

Elektrik İle İlgili Yapılan Araştırmalar

Bu bölümde elektrik kavramıyla ilgili çeşitli yönlerden incelenmiş çalışmalar yer almaktadır. Günbatar ve Sarı (2005) çalışmalarını, elektrik ve manyetizma gibi soyut olan konularla ilgili model geliştirmek amacıyla yapmışlardır. Öğretmenlerin ve öğrencilerin model ile ilgili görüşleri ve öğretmenlerin ders anlatırken kullandıkları yöntemleri belirlemek için çalışılmıştır. Elektrik ve manyetizma ile ilgili modeller geliştirerek 390 öğrencinin başarısına olan etkisi gözlemlenmiştir. Elde edilen verilere göre kullanılan modeller başarıyı arttırmayı sağlamıştır. Öğrencilerin uzun süreli öğrenebilmeleri için modellere ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır.

Çelik, Pektaş ve Demirbaş (2012) yazdıkları makalede sınıf öğretmenliğinde okuyan öğretmen adaylarının, Fen ve Teknoloji Laboratuvarı dersinde yer alan deneylerden, basit elektrik devreleri kurulması, dirençlerin bağlanması ile ilgili deneylerin yapılış sürecinde karşılaştıkları sorunların ortaya konulması amaçlanmıştır. Öğrencilere “Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği (FTÖ) uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre konular ile ilgili alan bilgilerinin yeterli olmadığını, araç-gereçlerin yeterince tanınmaması ve kullanılamaması, yeteri kadar uygulama fırsatı bulunmaması, elektrik deneylerine karşı kaygı problemlerin bulunması, devre şemalarını üç boyutlu düşünülememesi ve kurulmuş bir devreyi şematize edilememesi gibi problemler tespit edilip 6 şekilde gruplandırılmıştır.

Bilal (2010) yazmış olduğu doktora tezinde, lisans düzeyindeki elektrik konularını modelleme ile öğretilmesinin, öğrencilerin akademik başarılarına etkilerini gözlemlemeyi, kavramsal anlamaların epistemolojik inançlarla ilişkisinin ortaya çıkarılmasını

amaçlanmıştır. Araştırma Genel Fizik II dersi alan üniversite ikinci sınıf öğrencisi olan toplamda 41 kişiye uygulamıştır. Gruplar deney ve kontrol grupları olarak ikiye ayrılmış ve deney gruplarına modelleme ile kontrol gruplarına ise geleneksel yöntem ile ders anlatılmıştır. Bu çalışmada ki veriler elektrik yazılı sınav, elektrik başarı testi, yapılandırılmış görüşme soruları, elektrik kavram testi ve inançlar ölçeği ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre modelleme yoluyla öğretimin öğrenci başarılarının üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Epistemolojik inançları ile kavramsal anlamaları arasında ilişki olduğu belirlenmiştir.

Akdeniz, Bektaş ve Yiğit (2000) yaptıkları çalışmada, 8. sınıf fen bilgisi dersindeki temel fizik konularından, anlaşılmasında zorluk çıkan kavramların öğrencilerin düşüncelerine göre tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın katılımcılarını ise 320 öğrenci oluşturmaktadır ve iki pilot uygulama yapılmıştır. Öğrencilere başarı testi uygulanan bu çalışmadaki verilere göre öğrencilerin fen bilgisi elektrik konularını %70'inin anlayamadıkları, manyetizma kavramlarında ise %40'ının anlayamadıkları tespit edilmiştir. Demirci ve Çirkinoğlu (2004), Genel Fizik II dersini almış olan toplamda 614 öğrenciye test yapılmıştır. Öğrencilerin ön bilgilerini belirlemek amacıyla elektrostatik ve manyetizma konusunda 32 sorudan oluşan Elektrostatik ve Manyetizma Kavram Testi uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre elektrostatik ve manyetizma konusunda kız öğrencilerin başarıları 25,57 çıkarken erkek öğrencilerin başarıları 28,53 bulunmuştur. Kız ve erkek öğrencilerinin başarılarının arasında fark olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin bölümleri arasında da başarı farklılıkları bulunmuştur.

Aytekin (2011) yazmış olduğu yüksek lisans tezinde, 25 kişiden oluşan fizik öğretmenlerinin elektrik ve manyetizma ünitesinde kullandıkları modelleri 9.sınıf Fizik ders kitabında yer alan “Elektirik ve Manyetizma” ünitesindeki model ve benzetmelerin tespiti amaçlanmıştır. Çalışmada 9.sınıf fizik ders kitabında yer alan model ve benzetme örnekleri tespit edilmiş, araştırmacı tarafından hazırlanmış olan görüşme soruları kullanılarak öğretmenlerin derslerinde kullandıkları model ve benzetme örnekleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda,

Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda okutulan 9.sınıf fizik ders kitabındaki Elektrik ve Manyetizma ünitesinde kullanılan model ve benzetme örneklerinin yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Türkkan (2017), yazdığı makalesinde fizik öğretmen adaylarının elektrik alan konusu hakkındaki bilişsel yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Genel Fizik II dersi almış olan 91 öğretmen adayına kelime birleştirme testi olan FWAT uygulamıştır. Bu testten sonra bilişsel yapıyı ortaya çıkaran bir kavram ağı oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek yanıt verilen kategori elektrik kuvvet, elektrik yükü ve manyetik alan olarak belirlenmiştir.

Kurt ve Sarı (2018), yaptıkları çalışma da fizik öğretmen adaylarının elektrik konusunda 10 kavrama ait metaforik algılarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu çalışmadaki kavramlar “elektrik alanı”, “elektron”, “proton”, “iletken”, “yük”, “yalıtkan”, “yarı iletken”, “akı”, “kondansatör” ve “manyetik alan” kavramlarıdır. Öğretmen adaylarına açık uçlu olarak sorular sorulmuş, tanım yapılması istenmiştir ve bu şekilde metaforik algıların ortaya çıkması sağlanmıştır. Araştırma nitel ve betimleme tekniği kullanılarak 10 gönüllü öğretmen adayına uygulanmıştır. Bu uygulama mülakatlar ile desteklenmiştir. Çalışmanın sonunda, öğretmen adaylardan elde edilen analizlere göre 93 adet metafor bulunmuştur. Bu metaforları üçe ayırıp kişiye ait özellikleri çağrıştırmaya, soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırmaya ve nesneye ait özellikleri çağrıştırmaya olarak gruplandırılmıştır.

Salar, Uzun, Karaman ve Turgut (2016) yazdıkları makalelerinde, fizik öğretmen adaylarının lise son sınıf “Elektrik ve Elektronik” konusundaki kavramlar ve kazanımlar ile ilgili bilgilerini araştırmışlardır. Çalışmaya 88 fizik öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmayı nicel olarak yürütmüşler ve tarama yöntemi kullanmışlardır. Lise son sınıf fizik öğretim programındaki kazanımlar için başarı testi geliştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre fizik öğretmeni adaylarının kondansatör, diyot, bobin gibi konular da bilgilerinin yetersiz olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adaylarının değişken akım ve doğru akım arasındaki farkları kavrayamadıkları ortaya çıkmıştır. Alev ve Karal (2013) yaptıkları araştırmada, fizik öğretmenlerinin elektrik ve manyetizma hakkındaki öğrenci bilgisi, sunum

bilgisi ve konu alanı bilgisi için özel durum yöntemi kullanarak pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Araştırmaya 6 fizik öğretmeni katılmıştır. Öğretmenlere yapılandırılmış mülakatlar PAB testi, ders planları kullanılmıştır. Araştırmanın verileri içerik analizi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, öğretmenlerin alan bilgilerinin düzeyleri yakın çıkmıştır ve öğretim programı ile bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrenciler hakkındaki bilgilerinin deneyim ile orantılı olmadığı tespit edilmiştir. Taşlıdere ve Eryılmaz (2012) araştırmalarında, 9. sınıfta öğrenim gören öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuna yönelik düşüncelerini belirleyen likert tipi güvenilir bir ölçek geliştirmeyi ve bu düşüncelerin cinsiyet faktörüne bağlı olup olmadıklarını incelenmesi amaçlanmaktadır. 45 sorudan oluşan bu ölçek 159 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmanın verilerinden elde edilen bilgilere göre 24 sorudan oluşan, beş alt boyutu kapsayan bir ölçek elde edilmiştir. Bu boyutlar, ilgi, önem, ilgi bağlantılı davranış, başarı-motivasyon ve özyeterliktir. Sonuçlara göre öğrencilerinin basit elektrik devrelerine tutumlarının cinsiyet ile ilişkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Turgut, Çolak ve Salar (2017), yazdıkları makalede elektromanyetizma konuları için 7E modeline uygun çalışma sayfalarının hazırlanması, bu çalışma sayfaları ile öğrenci görüşlerinin belirlenmesi ve uygulama aşamalarının sunulması amaçlanmıştır. Uygulama, 11. sınıfta öğrenim görmekte olan 52 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma durum çalışması deseni ile uygulanmıştır. Çalışma sayfaları 7E modeline uygun olarak hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bu uygulama bireysel görüşmeler ile desteklenmiştir. Öğrencilerin puan ortalamalarına göre uygulanan etkinlik ve materyallerin, elektromanyetizma konusunda öğrencilerin kavramsal gelişimlerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Campos ve Zavala (2017) yaptıkları çalışmada, bilim, mühendislik ve teknoloji geçmişi olan 9 lisans öğrencisi ile görsel- haptik simülasyonların kullanımının elektrik alan ve kuvvetlerin öğrenci temsilleri üzerindeki etkisini nitel olarak vaka çalışması ile araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak dokunmatik arayüz, sesli düşünme protokolleri kullanarak öğrencilerle

Çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda ise dokunmatik haptik simülasyonlarının öğrencinin elektrik alan ve vektör kavramını anlamada etkili olduğunu dile getirmişlerdir.

Chabay ve Sherwood (2006), yaptıkları çalışmalarında elektrik alan ve manyetik alan soyut kavramlarını somutlaştırarak öğrencilere görseller ile bu kavramları öğretmek adına E&M kursu vermişlerdir. Görsel kursu alanların öğrenciler ve gelenekesel ders işleyen öğrencilerin verdikleri yanıtlar ve açıklamalar karşılaştırılmıştır. Görsel kurs alan öğrencilerin geleneksel ders alan öğrencilere göre daha iyi performans sergiledikleri açığa çıkmıştır.



Elektrik Konusunda Çizim Yöntemi İle İlgili Araştırmalar

Alan yazın tarandığında elektrik konusunda çizim yöntemleri ile ilgili araştırmaların yapıldığı görülmüştür.

Kibble (1999) ‘Elektriği Nasıl Görüyorsunuz?’ adlı makalesinde, 20 kişiden oluşan öğretmen adaylarının elektrik akımını görselleştirmelerini ortaya çıkarmak için eylem araştırması yapılmıştır. Çocukların bir elektrik devresinde neler olduğunu hayal ettikleri yolları keşfetmek istenmektedir. Küçük bir eylem araştırması projesi olarak bir kablonun içini hayal etmelerini ve çizim yöntemi ile göstermeleri istenmiştir. Çizimlerden elde ettiği bulguları dört ana gruba ayırmıştır. Elektrik öğrenme sürecinde yapılandırmacı öğretimin etkili olduğunu dile getirmiştir.

Yılmaz ve Huyugüzel Çavaş (2006) yazdıkları makalede yapılandırmacı öğrenme teorisine dayalı 4-E modelinin, elektrik konusunu anlamalarına olan ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmada öğrencilerin elektrik ile ilgili ön bilgilerini açığa çıkartmak ve kavram yanılgılarını belirlemek istenmiştir. Araştırmanın katılımcılarını altıncı sınıfta öğrenim gören toplam 79 öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilere akan elektrik konusu ile ilgili bir başarı testi ve fen derslerine karşı tutumlarını belirlemek için de tutum ölçeği uygulanmıştır. 4E modelinin değerlendirme aşamasında öğrencilerden öğrendiklerini çizimleri ve açıklamaları istenmiştir. Her iki uygulama sonunda 4E modelinin geleneksel öğretime göre, Akan Elektrik konusundaki öğrencilerin başarılarında ve tutumlarında etkili olduğu saptanmıştır.

Taşkın ve Yavaş (2019) yaptıkları çalışmada daha önce derslerinde elektrik alan konusunu görmüş olan 35 lise öğrencilerinin iletken, elektrostatik iletkenlik ve elektrik alan ile ilgili bilgileri çizim yöntemi ile araştırılmıştır. Araştırma verileri, araştırmacılar tarafından hazırlanan üç bölümden oluşan bir çizim ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen verilere göre öğrenciler bilimsel bilgi olmayan, beklenmedik şeyleri açıklamak istemişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin elektrik alanın yönünü ve elektrik alanın vektörel yapısını anlamadıkları ve elektrik alan hatlarının gerçek olduğuna inandıkları tespit edilmiştir.

Taşkın ve Yavaş (2020) de yaptıkları çalışmada ise yaptıkları bu çalışmada, 44 fizik öğretmen adayının elektrostatik dengedeki iletkenler ve elektrik alan çizimleri konusundaki bilgilerini çizim yöntemi kullanarak araştırılmıştır. Öğretmen adaylarına elektrik alan ile ilgili ölçek verilmiş ve belirli sorularda çizim yapmalarını istenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının bilimselliğe dayanmadan rastgele çizim yaptıkları gözlemlenmiştir.

Karal ve Uzun (2018) yaptıkları bu çalışmada, öğretmen adaylarının elektriksel alanı nasıl betimlediklerinin ortaya çıkması amaçlanmıştır. Bu çalışmaya 146 fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Tarama yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada başarı testi ile veriler toplanmıştır. Bu veriler tünden gelim analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Araştırmadan elde ettikleri sonuçlara göre öğretmen adaylarının elektriksel alan ve elektrik akımı hakkında bilgi karışıklığı yaşadıkları gözlemlenmiştir. Dinçer (2018) doktora tezinde, yarı yapılandırılmış görüşme sorularından yararlanarak 22 fizik öğretmen adayının elektrik ve manyetik alan kavramları ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerini araştırmıştır. Ayrıca öğrencilerin kullanmış oldukları dokümanlar incelenmiştir. Analizlerin sonucunda, öğretmen adaylarının bilimsellikten uzak çizimler yaptıklarını ve birkaç dokümanda bu çizimlere benzer çizimler olduğunu tespit edilmiştir.

Literatürde elektrik devreleri ile ilgili çizim yöntemine dayalı çalışmalar yapılmıştır. Yürümezoğlu ve Çökelez (2010) yaptıkları bu çalışmada, ortaokula giden 428 öğrencinin akım geçen basit bir elektrik devresinde neler olabileceğine dair görüşlerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre öğrencilerin zihinsel karmaşıklık yaşadıklarını ve gözle görülemeyen olgularda ciddi anlamda bilimsel bilgiden uzaklaşarak şekiller çizdiklerini saptamışlardır. Harman ve Çökelez (2016), öğrencilerin basit elektrik devresinde lambanın ışık vermesi ile ilgili toplam 98 öğrencinin bilgi düzeylerini çizimlerle ortaya çıkmasını araştırmıştır. Bu çalışmada birer tane bağlantı kablosu, pil, lamba, duy, anahtar kullanarak basit elektrik devresinin ışık vermesi durumu çizimleri istenmiştir. Çizimler sonucunda öğrencilerin tek kutuplu model, kısa devre, zıt kutuplu piller, kutup çizilmemiş pilli devreler

ve devre elemanlarına uygun olmayan semboller çizildiği saptanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda fizik öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının olduğu, akım konusunda zihinsel bir modellemelerinin olmadığı ve katılımcıların oldukça zorlandıklarını tespit edilmiştir.

Görece Baybars (2018) yaptığı bu çalışmada, özel durum yöntemi kullanarak 1. Sınıfta öğrenim gören 66 fen bilgisi öğretmen adayına metallerin elektrik iletimi hakkındaki bilgilerini açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Yapılan araştırma, betimsel olarak yürütülmüştür ve özel durum yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacı zihinsel modelleri makro ve mikro olmak üzere ikiye ayırmıştır. Makro modeller: enerji modeli, direnç modeli ve akan su modelidir. Mikro modeller ise artı eksi yük modeli ve elektronların hareketi modelidir. Öğretmen adaylarından ampul yandığında telin içerisinden geçenleri çizmeleri istenmiştir. Yapılan çizimler sonucunda makro ve mikro model olarak gruplandırmıştır. Bu çalışma literatür ile uyumlu bulunmuştur.

Cao ve Brizuela (2016) yaptıkları bu çalışmada 15 ve 16 yaşlarında olan 92 tane lise öğrencisinin elektrik alanlarının temsillerini ve anlayışlarını araştırma amaçlanmıştır. Öğrencilere ilk önce elektrik alan hokeyi simülasyonu gösterilmiştir. Bu simülasyonda hokey diskinin pozitif bir yükü temsil ettiği açıklanmıştır. Öğrencilerle birden çok başka yükten itme ve çekme ile hareket ettirilerek hedefi vurmaları söylenmiştir. Bu etkinlik bittikten sonra öğrencilere bazı senaryolar verip bu senaryo için pozitif ve negatif yüklerin ayrı ayrı ve birlikte bulundukları 4 çerçeçe çizmelerini ve yüklerin hareketlerini çizgi romana dönüştürmeleri istenmiştir. Daha sonrasında çizim yapan öğrenciler mülakata alınarak çizimlerini açıklamışlardır. 92 öğrenciden 90'ının ok diyagramı gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen verilen gruplanmış ve 9 başlık oluşturulmuştur.

Magana ve Balachandran (2017) yaptıkları çalışma da ise, öğrencilerin dokunsal simülasyonlarının yardımı ile elektromanyetik kavramları temsillerini anlamayı ve öğrencilerin elektrik alanlarını, kuvvetlerini temsil etme deneyimlerini örnek olay incelemesiyle ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Elektromanyetik gibi kavramları soyut

oldukları için bu çalışma ile somutlaştırmak istenmiştir. Araştırmacı çalışmasını 9 kişiden oluşan lisans öğrencileri ile gerçekleştirmiştir ve bu çalışmada haptik bir simülasyonla etkileşime geçerek elektromanyetik kavramını anlama simülasyonların etkisi gözlemlenmiştir. Çalışma tahmin, dokunsal(haptik), görsel-dokunsal(haptik), dokunsal olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiş ve öğrencilerden elektriksel alan, elektriksel kuvvet hakkında çizim yapmaları istenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin yarsının ikinci aşamada başarılı olduğu, üçüncü aşama tamamlanınca da öğrencilerden 8 tanesinden başarı sağlandığı görülmüştür. Bu çalışma ile görsel (dokunsal) haptik simülasyonların öğrencilerin elektrik alanlarının ve kuvvetlerinin üzerindeki etkisini ortaya çıkarmıştır.

Campos, Zavala, Zuza ve Guisasola (2019) yaptıkları bu çalışmada, öğrencilerin elektrik alanı çizgi diyagramlarını nasıl yorumladıkları ve yorumlarının süperpozisyon ilkesinin uygulanmasını nasıl etkileyeceğini anlamayı amaçlamaktadır. Araştırmacılar bu çalışmayı Meksika Üniversitesi mühendislik bölümünde öğrenim gören 288 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere ilk önce şematik diyagram, ikinci aşamada elektrik alan çizgi diyagramı verilip her bir aşamada aynı olan 4 tane soru sorulmuştur. Birinci soruda $+q$ yükü verilip d uzaklığında başka bir P yükü yerleştirilmiş ve öğrencilerden elektrik alan çizgilerini göstermeleri istenmiştir. İkinci soruda elektrik alanın nasıl oluştuğunu açıklamaları istenmiştir. Üçüncü soruda $+q$ yükünün soluna d uzaklığında olan $+q$ yükü yerleştirilmiştir. Şeklin sağ tarafına d mesafesinde olan P yükü yerleştirilmiştir ve öğrencilerden her parça için elektrik alan çizgileri çizmeleri istenmiştir. Dördüncü soruda ise elektrik alanın artıp artmadığı sorulmuştur. Öğrencilerden gelen cevaplar incelendiğinde elektrik alan çizgi diyagramının yanlış yorumlandığı görülmüştür. Öğrencilerin vektör kavramını iyi, üst üste binme ilkesi sorularına daha iyi cevap verdikleri tespit edilmiştir.

Campos, Zavala, Zuza ve Guisasola (2020) yaptıkları bu çalışmada üniversitesi de üst sınıflarda öğrenim gören fizik öğrencileriyle elektrik alanın cebirsel gösterimi, vektör alanı grafiğinde, elektrik alanının temel özelliklerini nasıl tanıdıklarını öğrenmek amacı ile çalışma yapılmıştır. Öğrencilerin elektrik alanın bu üç temsilini tanıması ve dönüştürme

yapabilme becerilerine bakılmıştır. Bu çalışmada gösterge bilimsel temsillerin kayıtları teorisi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen verilere göre birçok öğrenci elektrik alan çizgileri diyagramları çizmekten kaçındığı, bu çizimleri yaparken zorlandıkları belirlenmiştir ve bunun yerine vektör alanı grafikleri çizdikleri tespit edilmiştir. Elektrik alanın cebirsel gösterimi ve vektör alanı göstermedeki başarıların yakın olduğunu tespit etmişlerdir. Elektrik alan çizgilerinin gösterirken, elektrik alanın büyüklüğünün yorumlanmasında öğrencilerin zorluklar çektiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin elektrik alan çizgilerinin doğru temsiline yaklaşımları için öğretmenlerin özellikle dikkat etmeleri gerektiğini ve anlatırken daha açık halde anlatmaları gerektiğini vurgulamıştır. Garza ve Zavala (2010) yazdıkları makalede Meksika üniversitesinde manyetizma sınıfında elektrostatik görmüş öğrencilere açık uçlu sorular sorulmuştur. Öğrencilerden verilen sorulara açıklama ve çizim yapmaları istenmiştir. Öğrenciler ilk bölümde yüklerin ve iletkenlerin varlığında (nokta yük, iletken ve iletken olmayan küre) elektrik alanı kavramını sorgulamışlardır. İkinci bölümde ise daha somut gerçek malzemelere, yani yüklü bant, iletken olmayan kurşun kalem gibi maddelerin elektrik alanlarını sorgulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre öğrenciler yüklerin iletkenler üzerindeki etkisini iyi anlamadıkları ve Süperpozisyon Prensipliğini iyi uygulayamadıkları görülmüştür.

Garza ve Zavala (2013) yaptıkları çalışmada, elektrik ve manyetizma dersinde elektrostatik kavramını görmüş olan Meksika üniversitesinde öğrenim gören 249 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Bu çalışma da, öğrencilere açık uçlu sorular sorularak çizimler yapmaları istenmiştir. Öğrencilere farklı yük dağılımlarda yükler verilip üst üste binme ilkesini uygulamaları istenmiştir. Araştırma da öğrencilerin çizimleri ve cevapları analiz edilmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin elektriği anlamadıkları, doğru cevap veren öğrencilerin de vektör tabanlı modellerde başarılı oldukları görülmüştür.

Goswami ve Parida (2015) sundukları bildirilerinde öğrencilerin elektrik alan kavramını yorumlamadaki eksikliklerini araştırmışlardır. Elektrik ile ilgili dört sorudan oluşan bir açık uçlu sorular sormuşlardır. Araştırmaya yüksek, orta ve lisans öğrencileri katılmıştır.

Ardından öğrenciler ile görüşmeler yapılmıştır ve öğrencilerin konuyu yorumlamadaki yetersizlikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin yaşadıkları zorlukları birkaç olası nedeni olarak öğretmenlerin öğretim stratejilerinin ve kullanılan materyallerin sebep olduğunu düşünmüşlerdir.

Durukan (2019) yazmış olduğu doktora tezinde, Genel Fizik II ve Genel Fizik Laboratuvarı II derslerini alan üniversite 1. Sınıfta öğrenim gören 27 Fen Bilimleri öğretmen adaylarının elektrik akımı (alternatif akım, elektromanyetik indüksiyon ve doğru akım) konusunda adidaktik öğrenme ortamlarının zihinsel modellerinin gelişimine ve değişimine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada başarı testi, mülakatlar, video kayıtları, Bil-İste-Öğren-Hatırla formu veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre öğrencilerin başarıları, zihinsel modelleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin sentez ve ilkel model türlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, kavramsal çerçeve, teorik tanımlar, araştırma modeli, veri toplama aracı, verilerin toplanması ve çözümlenmesi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Araştırmanın Modeli

Araştırmalar yapılırken yöntemin belirlenmesi oldukça önemli hususlardan biridir. Yapılan çalışmanın amacı ve veri analizi için yöntem belirlenir. Yapılan bu çalışma nitel çalışma tasarımına uygun olarak yürütülecektir. Nitel araştırma, insani deneyimler ve gerçeklikler hakkında geniş kapsamlı sorularla insanların yaşamlarını anlamamıza yardımcı olabilecek zengin ve betimleyici verilerin üretilmesi şeklinde tanımlanabilir (Arastaman, Öztürk Fidan & Fidan, 2018). Merriam (2018, s. 18) ise nitel araştırmayı birtakım felsefi yönelim ve yaklaşımı kapsayan bir araştırma türü olarak açıklamaktadır.

Nitel araştırmanın ardındaki temel fikir katılımcılardan problem veya konu hakkında bilgi edinmek ve bu bilgileri edinmek için en iyi uygulamaları kullanmaktır (Creswell, 2013, s. 47). Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2016, s. 247)'e göre bu da araştırma planının ve sürecinin ne kadar özel ve tam olacağını belirler.

Nitel araştırma desenlerinde temalar, tümevarımcı bir araştırma verileri incelenerek ve kodlanarak bulunabilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2008, s. 236). Özdemir (2010) bilginin inşa edilmesi için izlenen yolun nitel araştırmanın temel özelliklerden biri olduğunu dile getirmiştir. Nitel araştırmacılar anlama ve kavrama için yeni yollar açmak istedikleri için bu yaklaşım oldukça önemlidir (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 246). Maxwell (2018, s. 3), nitel araştırmaların nicel araştırmalara göre hazır bir tasarımı olmadığını, araştırmacının kendi hazırlayacağı süreçlerden geçeceğini belirtmiştir. Bu tarz çalışmaların farklı tasarım bileşenleri arasındaki etkileşimi ve bağlantıyı içerdiği ifade edilmiştir. Bu çalışma hazır bir tasarım içermediği ve araştırmacı tarafından belirlenen süreçlerden geçtiği için nitel desen olarak yürütülmektedir.

Nitel araştırmalarda birçok nitel desen olduğu görülmektedir. Bu araştırma nitel desenlerin tümevarımsal özelliği doğrultusunda durum (vaka) çalışması olarak belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında durum (vaka) çalışmasının; case study, örnek olay, vaka çalışması, örnek olay inceleme gibi isimler aldığı görülmektedir.

Durum çalışması araştırması gerçek yaşamın güncel bağlam ya da ortamın içindeki bir durumun araştırılmasıdır (Yin'den aktaran Creswell, 2013, s. 96). Durum çalışmaları saha bilgilerini geliştirdiği için güçlü yönleri nedeniyle eğitim, sosyal hizmet gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Merriam, 2018, s. 50). Bir başka ifade ile durum çalışması; bir olayın, programın, sosyal grubun ya da birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem olarak adlandırılmaktadır (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 22). Nitel durum (vaka) çalışması sınırlı bir sistemin betimlenmesi ve derinlemesine araştırılması (Merriam, 2018, s. 40) olduğu için bu çalışmada fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgi düzeyleri gibi sınırlı bir durum incelendiğinden, yapılan bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden 'durum (vaka) çalışması deseni' kullanılmıştır.

Durum çalışmasında izlenecek yollar; araştırma sorularının geliştirilmesi, analiz biriminin saptanması, çalışılacak durumun belirlenmesi, araştırmaya katılacak bireylerin seçimi,

verilerin toplanması ve toplanan verilerin alt problemlerle ilişkilendirilmesi, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması, çalışmanın raporlaştırılması şeklinde tarif edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek 2008, s. 283).

Araştırma sorularının geliştirilmesi aşamasında; problem ifadesi derinlemesine betimlemeye, anlamaya yönelik sorulur ve genellikle tek soru sorulur (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 262).

Analiz biriminin saptanması aşamasında; pek çok araştırmacı için sorun kaynağı olan durumun ne olduğunu tanımlamaya ilişkin bir boyut olarak bahsedilmektedir (Yıldırım ve Şimşek 2008, s. 281).

Çalışılacak durumun belirlenmesi aşamasında; araştırmacıların durumları belirlemeleri gerekir. Bu durumlar birey, birkaç birey olay veya aktiviteyi içerebilir (Creswell, 2013, s. 100). Yapılacak durum araştırmasının alan yazına katkı sağlayabilmesi için, durumu seçerken zorlayıcı kuramsal çerçevelerin tanımlanması gerekmektedir. Çerçeve ne kadar zorlanırsa o kadar literatüre katkı sağlanabilmektedir. (Yin, 2017, s. 7).

Büyüköztürk vd. (2016, s. 262)'e göre araştırmaya katılacak bireylerin seçimi aşamasında; durum çalışmasında araştırma için bir grup katılımcı belirlenir.

Durum çalışmalarında verinin toplanması ve toplanan verinin alt problemlerle ilişkilendirilmesi aşamasında; durum çalışması için sadece anket gibi tek bir veri kaynağının yeterli olmadığı, çoklu kanıt (doğrudan gözlem, açık uçlu görüşmeler, arşiv kayıtları, dokümanlar, katılımcı gözlem) kaynaklarından yararlanılması gerekmektedir (Yin, 2017, s. 10-15).

Verinin analiz edilmesi ve yorumlanması aşamasında; durum çalışmasının iyi olması için betimleme içermesi gerekir ve böylelikle analizler daha iyi anlaşılır (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 199; Creswell, 2013, s. 100). Durum çalışmalarında veri analizi yapılırken raporların, alan notlarının, kayıtların, fiziksel izlerin bir araya getirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Merriam, 2018, s. 194).

Durum çalışmasının raporlaştırılması aşamasında ise hem araştırmanın başlangıcında oluşturulmuş olan problem ve alt problemlere doyurucu yanıtlar vermeli, hem de bunu yaparken gereksiz bilgi ve betimlemelerden kaçınmalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s. 287).

Katılımcılar

Nitel araştırmacılar tarafından veri toplanırken üzerinde çalışılan bireyi tanımlamak için katılımcı ifadesi kullanılır (Merriam, 2018, s. 154). Nitel çalışmalarda, araştırmanın nerede ve kiminle gerçekleştirileceği, araştırmaya kimin dâhil olup olmayacağını belirlemek araştırma yöntemleri için oldukça önemlidir ve örneklem olarak adlandırılır (Maxwell, 2018, s. 96). Nitel araştırmalarda amaç bulguları evrene genellemek değil ana olgunun derinlemesine keşfedilmesi olduğundan amaçlı örnekleme yöntemleri kullanılır. Amaçlı örnekleme türleri aykırı/anormal durum örnekleme, maksimum çeşitlilik örnekleme, homojen (benzeşik) örnekleme, tipik durum örnekleme, ölçüt örnekleme, kritik durum örnekleme, kartopu ya da zincir örnekleme olarak verilir (Yıldırım & Şimşek, 2008, s. 107). Tipik durum örnekleme yönteminde sıra dışı olmayan ortalama bir durumun seçilmesi ile oluşur (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 91).

Nitel araştırmalarda amaç betimleme ve anlamların derinliğini göstermek olduğundan, derinlemesine inceleme için grubun küçük seçilmesinin daha iyi olduğu belirtilmektedir (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 263).

Bu araştırmanın katılımcılarını, 2019-2020 Eğitim-Öğretim yılında Fizik Öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini belirlerken “Elektrik Alan” konusunu derslerinde görmüş olma koşulu aranmıştır. Bu sebeple amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örneklemesine uygun olarak katılımcı seçimi yapılmıştır. Elektrik dersini alan 2., 3., ve 4. Sınıfta öğrenim gören (yaş aralığı = 19-25; yaş ortalaması = 22), 20’ si kadın, 7’ si erkek, toplam 27 fizik öğretmen adayı çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Katılımcılara ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.

Sınıflara Göre Katılımcı Sayısı

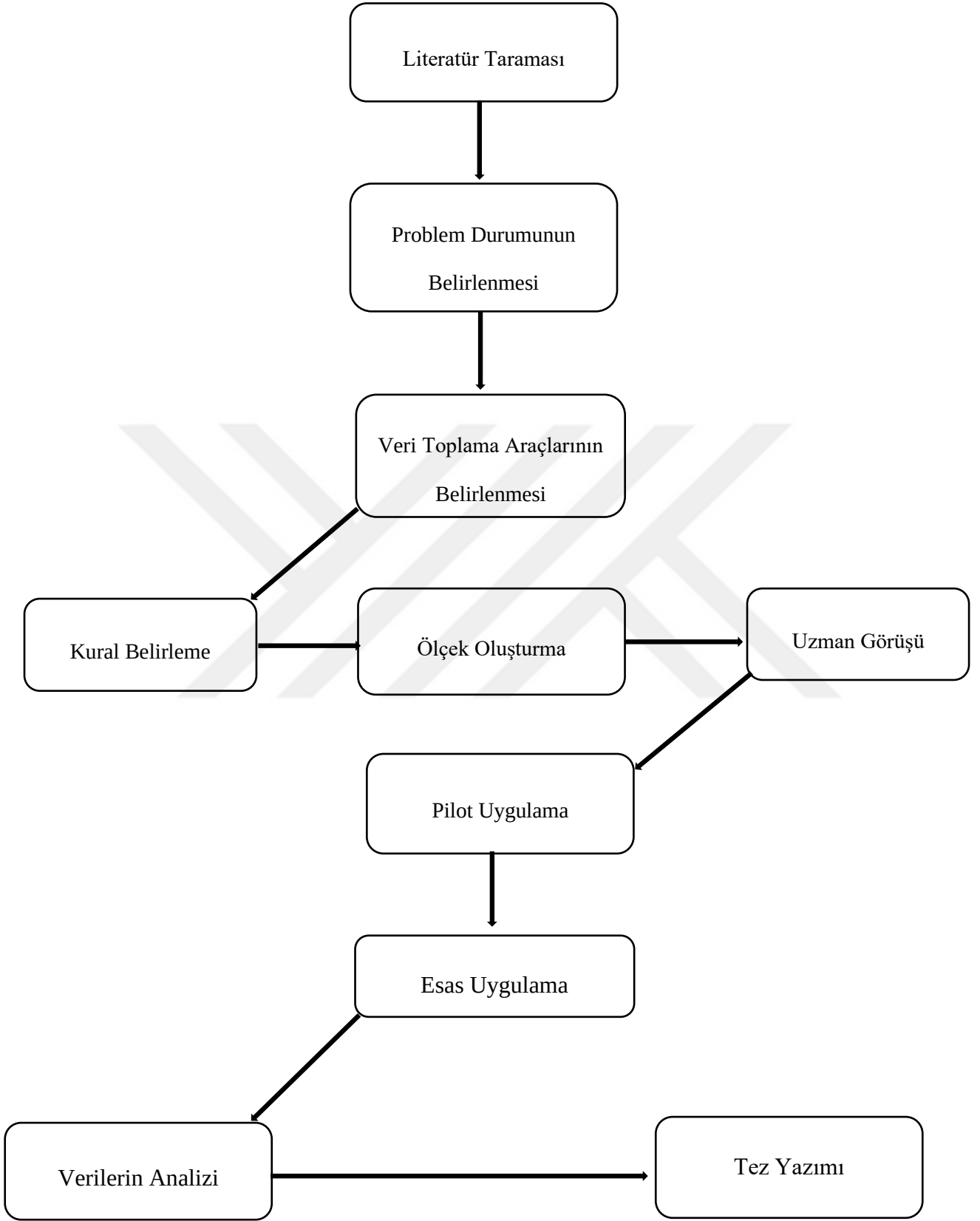
Sınıf Düzeyi	Kadın	Erkek	Toplam
2. Sınıf	10	3	13
3. Sınıf	9	1	10
4. Sınıf	1	3	4
Toplam	20	7	27

Araştırma Süreci

Araştırma süreci maddeler halinde verilmiştir.

- Literatür taraması yapılarak problem durumu belirlenmiştir.
- Elektrik alan çizgileri hakkında kurallar listelenmiştir.
- Kuralları kapsayacak şekilde Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği oluşturulmuştur.
- Uzman görüşleri aldıktan sonra düzeltilmiş ve ölçeğe son hali verilmiştir.
- Pilot uygulama yapılmıştır. Bu uygulama yapıldıktan sonra asıl uygulama yapılmıştır.
- Öğrencilerden elde edilen veriler kodlanmıştır.
- Kodlama sırasında ölçeklerde yeterli bilgi bulunmayan ve kararsız kalınan durumlar belirlenerek telafisi için öğrencilerle görüşme yapılmıştır.
- Öğretmen adaylarından elde edilen veriler betimsel analiz ile incelenmiştir.
- Bulgulara göre sonuç ve öneriler yazılmıştır.

Bu çalışma ile ilgili yapılan çalışma süreci Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma süreci akış diyagramı

Veri Toplama Aracı

Verileri toplama amacıyla, katılımcıların elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgilerini ölçen bir ölçek hazırlanmıştır. Ölçek hazırlamaya, ölçeğin kapsamına alınacak elektrik alan çizgilerinin çizimi ile ilgili kurallar belirlenerek başlanmıştır. Bunlar:

1. Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.
2. Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.
3. Elektrik alan çizgileri birbirini kesmeden çizilir.
4. Elektrik alan çizgilerinin sıklığı yük miktarı ile orantılıdır.
5. Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde çizgiler sık çizilir.
6. Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktada çizilen teğet o noktadaki elektrik alan vektörünü verir.

Elektrik alan çizgileri kurallarının hangi maddelerde ölçüldüğünün gösterildiği Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Elektrik alan çizgileri kurallarının ölçüldüğü madde dağılımları

Kural No	Kural	Ölçek Maddeleri
1	Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.	1A,2A, 2B, 2C, 4A
2	Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.	1B, 2A, 2C
3	Elektrik alan çizgileri birbirini kesmeyecek şekilde çizilir.	3A-II, 3B- II
4	Elektrik alan çizgilerinin sıklığı yük miktarı ile orantılı olacak şekilde çizilir.	2A, 2B, 2C, 4B
5	Elektrik alan çizgilerinin sıklığı, elektrik alanın büyüklüğü ile doğru orantılıdır.	2A, 2B, 2C, 3AI, 3BI, 4B
6	Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğet, elektrik alanın o noktadaki yönünü verir.	3A -II, 3B- II

Bu kuralları içerecek şekilde hazırlanan taslak ölçek dört maddeden oluşmaktadır. İlk iki madde de katılımcıların elektrik alan çizgilerini çizecekleri farklı durumlar verilmiştir. Üçüncü madde de katılımcılardan, elektrik alan vektörünü çizerek büyüklük sıralaması yapmaları istenmiştir. Dördüncü madde de ise hatalı elektrik alan çizimleri verilmiştir. Katılımcıların çizimlerdeki hataları bulmaları ve yapılan hatayı açıklamaları istenmiştir. Bu taslak ölçekte her bir madde için kural açısından, bilimsel açıdan, dilin anlaşılabilirliği ve görsel anlaşılabilirlik olarak değerlendirilmek üzere 7 fizik eğitimcisiinden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüş formu EK 2’de verilmiştir. Uzmanların (*‘Pozitif nokta yük ve negatif nokta yük olarak değil pozitif noktasal elektrik yükleri ve negatif noktasal elektrik yükleri yazmalısın.’* ve *‘C bölümünde yüklerin içerisine iki artı çizmek yerine içleri boş bırakılıp dışına $+2q$ yazılabilir.’*) dönütleri dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

EAÇÖ (Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği) istenilen şekilde düzenlenip uygulanabilir hale getirilmiştir. Hazırlanan bu ölçek ile 9 öğretmen adayına pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamaya katılan öğretmen adaylarından alınan dönütlerden ölçeğin anlaşılabilirliği ile ilgili bir sorun olmadığı anlaşılmıştır.

Ölçeğin Uygulanması

Ölçek geliştirme aşamaları tamamlandıktan sonra ölçek çoğaltılmış ve asıl uygulama için 27 fizik öğretmen adayının yüz yüze ve tek oturumda ölçeği doldurmaları sağlanmıştır. FİZ201A ELEKTRİK dersinde elektrik alan çizgileri ile ilgili konu bitimi, ölçeğin uygulanma zamanı olarak seçilmiştir. Böylelikle çalışmaya katılan tüm öğrencilerin “elektrik alan çizgileri konusunu derslerinde görmüş olma” şartı sağlanmıştır.

Ölçeklerin kodlanması sırasında eksik veriler ile kararsız kalınan bazı durumlar içeren ölçek sahibi 27 öğretmen adayı ile eksiklikleri gidermek ve kararsız durumları teyit etmek için iletişim araçları kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarından bilgisayar programı aracılığı ile 5 dakikayı geçmeyecek şekilde yüz yüze görüşmeler yapılmıştır, öğretmen adaylarından dönütler alınmıştır. Bu görüşmeler, daha sonra araştırmaya birebir eklenilebilmesi için öğretmen adaylarının bilgisi dâhilinde kayıt edilmiştir. Yüz yüze olarak görüşülemeyen 6 katılımcıya ise e-posta yolu ile sorular sorulmuştur. Gelen geri dönütler aynı şekliyle bulgulara eklenmiştir.

Verilerin Analizi

Nitel çalışmalarda, verilerin toplanması ve analizi eşzamanlı gerçekleşir. Veriler toplanırken aynı zamanda diğer toplanan bilgiler analiz edilir (Creswell, 2013, s.182). Nitel analiz yapan araştırmacı, alandan toplamış olduğu veriler ile birlikte hareket ederek bu veriler içerisinde saklı duran bilgiyi keşfetmeye, ortaya çıkartmaya çabalamaktadır (Özdemir, 2010).

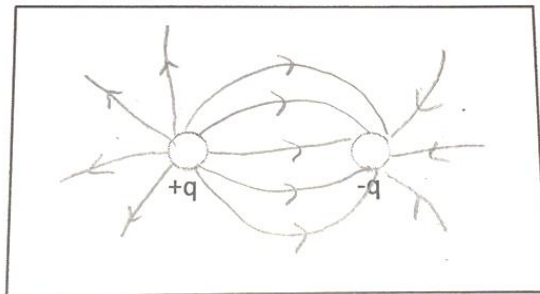
Tablo 3.

Temalara göre maddeler ve alınabilecek en yüksek puanlar

Kural Kodları	Kurallar	Madde Dağılımları	Alınabilecek En Yüksek Puan
PYÇ Pozitif Çıkacak	Yükten Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.	1A,2A, 2B, 2C, 4A	5
NYG Negatif Yüke Girecek	Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.	1B, 2A, 2C	3
ÇK Çizgiler Kesişmez	Elektrik alan çizgileri kesişmez.	1A,1B,2A,2B,2C,4C	6
ÇSO Çizgilerin Orantılı	Sayısı Elektrik alan çizgi sayıları yükler ile orantılı olacak şekilde çizilir.	2A, 2B, 2C, 4B	4
ABYÇS Büyük Yerlerde Çizgiler Sık	(Alanın Olduğu Yerlerde) Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgileri sık çizilir.	2A, 2B, 2C, 3AI, 3BI, 4B	6
T (Teğet) Y (Yön)	Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktada çizilen teğet, o noktadaki elektrik alan vektörünü verir.	3A-II 3B- II	2

Şekil 2’de Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesi için yaptığı çizimin analizi puanlamaya örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayının bu çizimden aldığı puanlar üzerinden aldığı puanlar Tablo 4’te verilmiştir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 2. Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

Büyüköztürk vd. (2016, s. 250)'e göre nitel araştırmalardaki veri analizlerinde; görüşme, doküman analizi, gözlem gibi farklı kaynaklardan elde edilen veriler önce detaylı incelenerek kodlanır ve bu kodlamalar sentezlenerek bulgulara ulaşıldığını belirtmiştir. Ayrıca nitel araştırmalarda istatistik gibi analizlerin yerine betimlemelerin yapıldığı dile getirilmiştir. Bu araştırmada verilerin analizi için nitel bir araştırma yöntemi olan betimsel analiz yönteminden yararlanılmıştır.

Betimsel analiz elde edilen verilerin önceden belirlenen temalara/konulara göre kategorize edilmesidir. Betimsel analizde amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır (Baltacı, 2019). Bu amaç ile elde edilen veriler, önce sistematik ve açık bir biçimde betimlenir, ardından bu betimlemeler açıklanır ve bir sonuca ulaşılır (Yıldırım & şimşek, 2008, s. 224).

Yıldırım ve şimşek (2008) betimsel analizin dört aşamadan oluştuğunu ifade etmektedir. Bunlar: betimsel analiz için bir  er eve oluşturma, tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması ve bulguların yorumlanması şeklinde dir.

Araştırmanın temalarını, Tablo 3'de yer alan elektrik alan çizgileri çizim kuralları oluşturmaktadır. Her bir kural tema olarak ele alınmış ve analizler bu çerçevede yapılmıştır. Veriler bu çerçeveye göre kodlanıp düzenlenmiştir. Öğretmen adayları tarafından doldurulan ölçeklerde bu temalara uygun olan çizimlerde her bir kural için "1" puan vererek puanlama yapılmıştır. Bu puanlamanın amacı katılımcılarının bilgi düzeylerini belirlemektir. Her bir tema için alınabilecek en yüksek puanlar ile kodlar Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 4.
Örnek Analiz Tablosu

KODLAR	TEMA	ALINAN PUAN
PYÇ	Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.	1
NYG	Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.	1
ÇSO	Elektrik alan çizgi sayıları yüklere orantılı olacak şekilde çizilir.	0
ÇK	Elektrik alan çizgileri kesişmez.	1

Ö2 kodlu öğretmen adayı elektrik alan çizgilerini pozitif yükten çıkacak şekilde çizdiğinden PYÇ kodu için 1 puan; negatif yüke girecek şekilde yönlerini doğru çizdiğinden NYG kodu için 1 puan; elektrik alan çizgilerini kesiştirmeden çizdiğinden ÇK kodu için 1 puan almıştır. Ancak elektrik alan çizgilerini orantılı çizmediğinden (*+q yükü için 9 elektrik alan çizgisi, -q yükü için 8 elektrik alan çizgisi*) bu çizimden ÇSO kodu için '0' puan almıştır.

Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği

Araştırmalarda en önemli kısım elde edilen verilerin analizlerinin doğru bir şekilde yapılmasıdır. Bu da araştırmanın geçerlilik ve güvenilirlik ölçütlerine bağlıdır (Büyüköztürk, vd., 2016, s. 256). Nitel araştırmalarda nicel araştırmalardan farklı olarak iç geçerliliğe inandırıcılık, dış geçerliliğe aktarılabilirlik, iç güvenilirliğe tutarlılık ve dış güvenilirliğe de onaylanabilirlik kavramlarını kullanmışlardır (Lincoln ve Guba (2005) aktaran Creswell, 2013, s. 246).

Nitel araştırmalarda inandırıcılığın artması için verilerde çeşitleme, katılımcı teyidi, derin odaklı veri toplama, uzman incelemesi, uzun süreli etkileşim yöntemleri kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu araştırmada inandırıcılığın sağlanması için; elektrik alan çizgilerine ait her bir kural EAÇÖ'nde en az iki madde ile araştırılmıştır. Ölçeğin geçerliliği için; ölçek geliştirilme aşamasında 7 uzmandan görüş alınmıştır ve uzmanlardan gelen

dönütlere göre uzmanların uyum yüzdesine bakılmıştır. 7 uzmanda ölçek maddeleri için uygulanabilir olduğunu gösteren ‘Geçerli’ yanıtını vermiştir.

Başkale (2016) nitel bir çalışmada inanılırlığı sağlamanın en etkili yolun katılımcılar ile uzun süreli etkileşimden geçtiğini belirtmiştir. Katılımcı teyidini almak ve aktarılabilirliği arttırmak amacıyla araştırmaya katılan öğretmen adayları ile görüşmeler yapılarak EAÇÖ’nde yaptıkları çizimleri ile ilgili olarak eksik olan verilerin tamamlanması ve kodlamada kararsız kalınan durumların telafisi için görüşmeler yapılmıştır.

Güvenirlik, nitel araştırmalarda verilerin birden çok kodlayıcının verdiği cevaplardaki kararlılık olduğu belirtilmiştir (Creswell, 2013, s. 253). Elde edilen verilerin kayıt altına alınması, gözlemlenmesi, gözlemciler arası tutarlılığın incelenmesi ve izlenen her bir yolun detaylı tanımlanması araştırmanın güvenilirliğine ilişkin bilgi vermektedir (Büyüköztürk, 2016, s. 256). Bu çalışmada iki uzman birbirinden bağımsız olarak kodlamalar yapılmıştır ve aralarındaki uyum incelenmiştir. Yapılan incelemelere göre aradaki uyumun %100 olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın onaylanabilirliğini göstermek için alıntılar, hikâyeler oldukça önemlidir. Bunun için bulgular araştırmacının önyargıları ya da görüşleri yerine katılımcıların kendi ifadelerini içermelidir (Lincoln ve Guba, 1985’den akt. Başkale, 2016). Araştırmanın bulgular kısmında katılımcıların çizimleri ve ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılarak onaylanabilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULARVE YORUMLAR

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen veriler, toplanan verilerin analizi sonucunda ulaşılan bulgular ve yorumları verilmiştir. Bulgular Tablo 2’de verilen elektrik alan çizgileri çizim kurallarına göre alt başlıklar halinde düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen nitel bulgular, öğretmen adaylarının çizimlerinden ve görüşlerinden doğrudan alıntılar yapılarak desteklenmiştir.

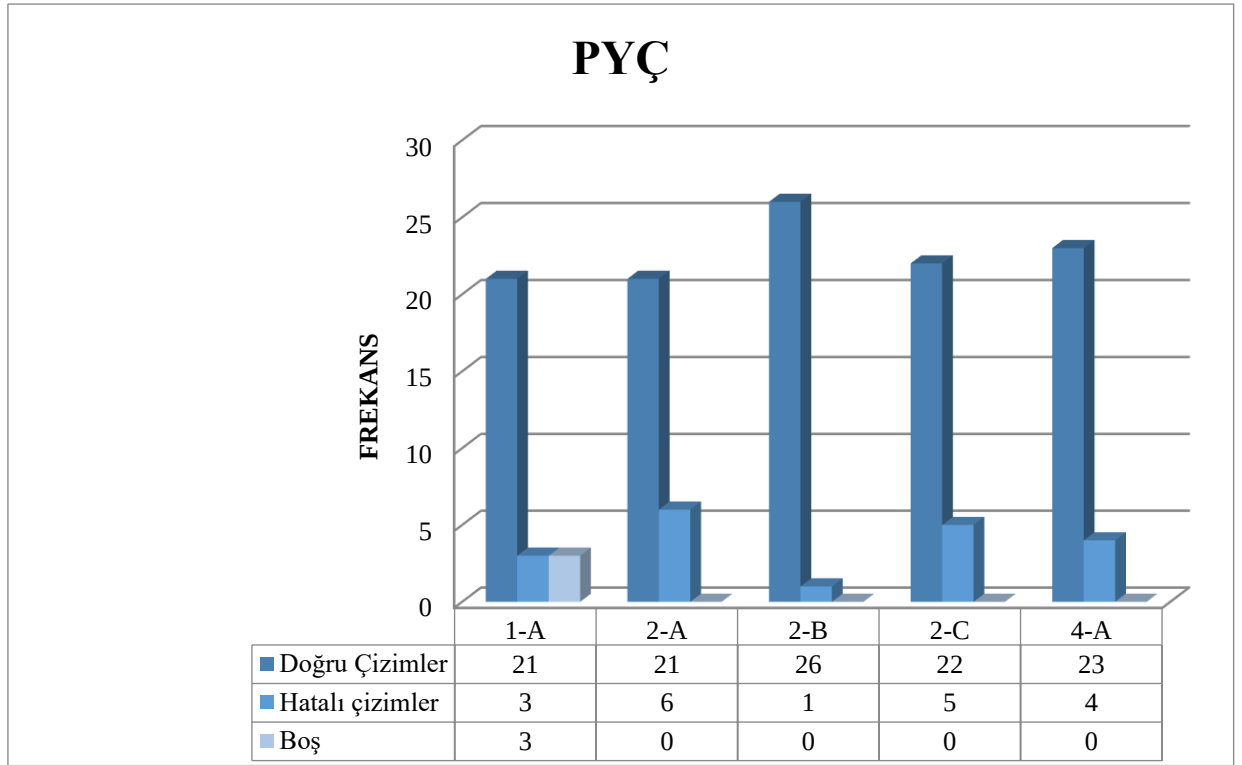
Çalışmanın bulgularından bahsedilirken etik kurallar gereği öğretmen adaylarının isimlerinin gizlenmesi için katılımcılar 1’den 27’ ye kadar Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, ...,Ö27 olacak şekilde kodlanarak isimlendirilmiştir.

Elektrik Alan Çizgileri Pozitif Yükten Çıkacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik

Bulgular (Kural 1- PYÇ)

EAÇÖ’de ‘Elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.’ kuralı 1A,2A, 2B, 2C, 4A maddelerinde araştırılmıştır. Bu kural için kısaltma amacıyla PYÇ kodu kullanılmıştır.

Elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak şekilde çizilmesi kuralı için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının maddelere dağılımı Şekil 3’de verilmiştir.

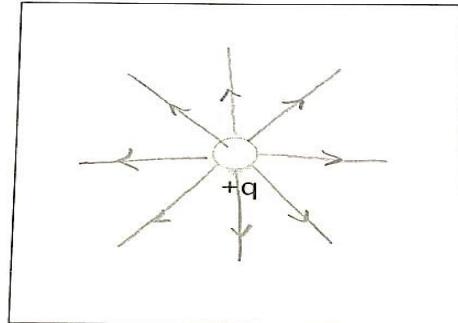


Şekil 3. PYÇ kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

PYÇ için en yüksek puan 2-B maddesinde, en düşük puan ise 1-A ve 2-A maddelerinde alınmıştır. 1-A maddesi için 21 adet doğru çizim yapılmıştır.

Şekil 4, Ö27 kodlu öğretmen adayının 1-A maddesindeki çizimini göstermektedir. Bu çizimde elektrik alan çizgilerinin yükten uzaklaşacak şekilde çizildiği açıkça görülmektedir.

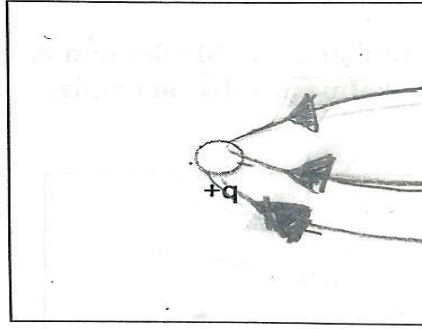
**A. Yalıtılmış Pozitif Noktasal
Elektrik Yüğü**



Şekil 4. Ö27 kodlu öğretmen adayının 1A maddesine ait çizimi

1-A maddesi için 3 öğretmen adayı hatalı çizim yapmış ve 3 öğretmen adayı boş bırakmıştır. Hatalı çizimlerin pozitif yüke girecek şekilde çizilen çizgiler olduğu görülmüştür. Şekil 5, böyle bir çizimi göstermektedir.

**A. Yalıtılmış Pozitif Noktasal
Elektrik Yüğü**



Şekil 5. Ö9 kodlu öğretmen adayının 1-A maddesine ait çizimi

Şekil 4’te görüldüğü gibi Ö9 öğretmen adayı, pozitif noktasal yükün sağ tarafına ve yüke girecek şekilde çizgiler çizmiştir. Bu hatalı çizim için PYÇ kuralının 1-A maddesi puanı “0” olarak kodlanmıştır. Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Araştırmacı: *Pozitif noktasal elektrik yükü için elektrik alan çizgilerini niçin yüke girecek şekilde çizdin?*

Ö9: *‘Yüklerin eksiden artıya doğru yani negatif yönden pozitif yöne ilerlediğini düşündüğüm için bu çizimi yaptım.’*

Araştırmacı: *‘Peki çizgileri neden sadece yükün sağ tarafına çizdin?’*

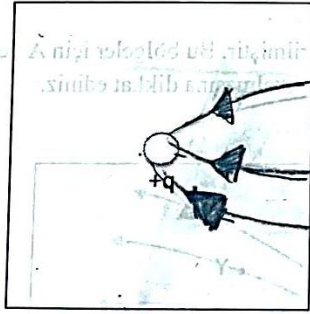
Ö9: *‘Diğer taraflar için düşünmedim. İki kutucuğu bir bütün olarak aldım ve birbirine gider diye düşündüm.’*

Öğretmen adayının “iki kutucuk” ile kastettiği 1-A ve 1-B maddesi için istenen çizimleri ayrı olarak düşünmediğidir. Öğretmen adayının ‘izole yük’ kavramından yoksun olduğu görülmektedir. Öğretmen adayının 1-A ve 1-B maddeleri için olan çizimleri Şekil 6’da verilmiştir.

1. A ve B’de verilen yalıtılmış noktasal elektrik yükleri için elektrik alan çizgilerini çiziniz. Çizimlerin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

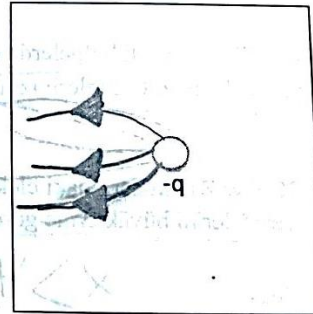
A. Yalıtılmış Pozitif Noktasal

Elektrik Yükü



B. Yalıtılmış Negatif Noktasal

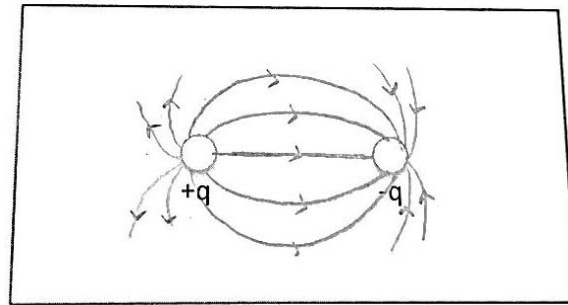
Elektrik Yükü



Şekil 6. Ö9 kodlu öğretmen adayının 1-A ve 1-B maddesine ait çizimleri

2-A maddesi için 21 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 7’de görülen çizim Ö17 kodlu öğretmen adayına aittir. Bu çizimde elektrik alan çizgilerinin pozitif elektrik yükten çıkacak şekilde çizildiği görülmektedir ve öğretmen adayı bu madde için “1” puan almıştır.

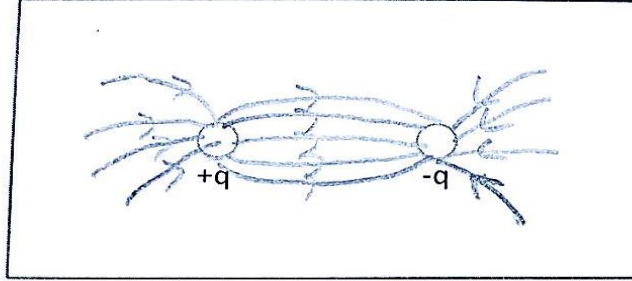
A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 7. Ö17 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

2-A maddesi için 6 adet hatalı çizim yapılmıştır. Şekil 8, böyle bir çizimi göstermektedir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 8. Ö26 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

Ö26 kodlu öğretmen adayının elektrik alan çizgilerini, $+q$ yüküne hem girecek hem çıkacak şekilde çizdiği ve $+q$ yükünün sağından çıkan çizgilerden $-q$ yüküne girecek şekilde çizdiği görülmektedir.

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

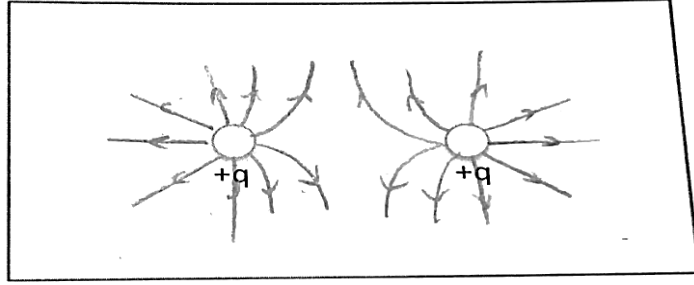
Araştırmacı: '2-A maddesindeki çiziminin sebebi nedir?'

Ö26: 'Bu soruda artı yüklü işaretin ok yönelimi yanlış olmuş. İçeri yönlü değil dışarı yönlü yönelmesi gerekirdi.'

Öğretmen adayının yaptığı açıklamadan PYÇ özeliğini bildiği ancak şekil üzerinde göstermede hata yaptığı anlaşılmaktadır.

2-B maddesinde 26 adet doğru çizim, 1 adet eksik yapılmış çizim bulunmaktadır. PYÇ kuralı için en fazla doğru çizimin bu maddede olduğu dikkati çekmektedir. Şekil 9'daki verilen çizim Ö19 kodlu öğretmen adayına aittir. Öğretmen adayının eşit ve aynı cins yüklü noktasal elektrik yükleri için yaptığı çizimin bilimsel modele uygun olarak yapıldığı görülmektedir.

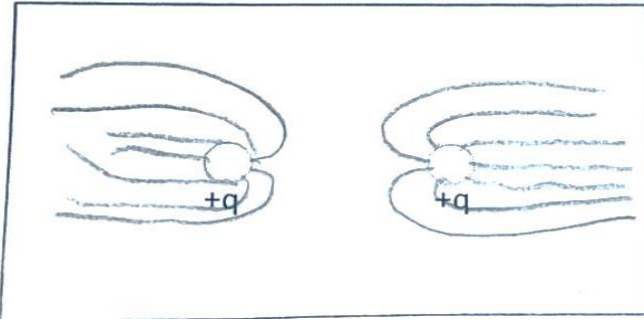
B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 9. Ö19 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi

Öğretmen adayının (Ö8) çizimi Şekil 10'da verilmiştir.

B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 10. Ö8 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi

Ö8 kodlu öğretmen adayının çiziminde çizgilerin yönünü göstermediği görülmektedir.

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

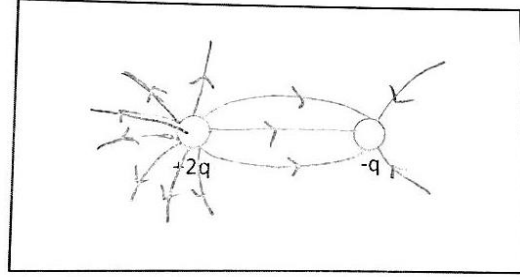
Araştırmacı: 2-B maddesi için pozitif noktasal elektrik yüklerinde elektrik alan çizgilerini neden bu şekilde çizdin?

Ö8: 'Aynı yükler birbirini iter + yükte elektrik alan olduğu için yayılma gösterir. Ancak birbirini iteceğinden çizgiler birbiri ile kesişmez.'

Öğretmen adayının ifadesindeki ‘yayılma’ kelimesi ile çizgilerin PYÇ kuralını bildiğini anlayabiliriz.

2-C maddesi için 22 öğretmen adayı doğru çizim yapmıştır. Şekil 11’de, Ö13 kodlu öğretmen adayının çizimi görülmektedir. Öğretmen adayı elektrik alan çizgilerini $+2q$ yükünden çıkacak şekilde çizdiği için bu maddeden ‘1’ puan almıştır.

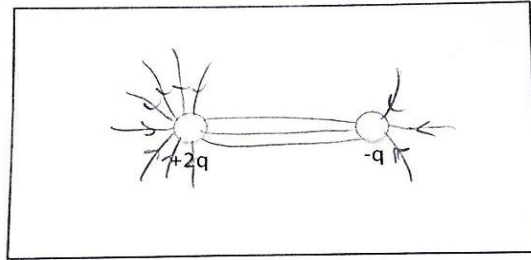
C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 11. Ö13 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

2-C maddesi için 5 hatalı çizim yapılmıştır. Bu hatalı çizimlerde yüklerin işaretlerine dikkat etmeden çizimler söz konusudur. Şekil 12, böyle bir çizime örnek olarak verilmiştir. Bu çizimde hem $+2q$ hem de $-q$ yüküne girecek şekilde çizilen çizgiler görülmektedir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 12. Ö25 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı çiziminin sebebini şu şekilde açıklamıştır:

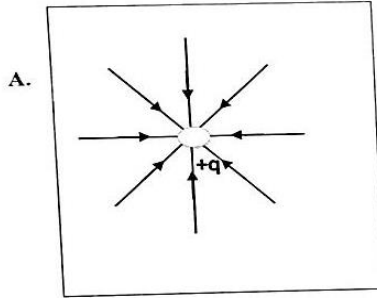
Ö25: ‘Yüklere göre çizmeye çalıştım.’

Öğretmen adayının yanıtından PYÇ kuralını bilmediği görülmektedir.

4-A maddesinde öğretmen adaylarına yalıtılmış pozitif noktasal elektrik yüküne girecek şekilde çizilmiş hatalı elektrik alan çizgileri verilmiştir. Öğretmen adaylarından bu çizimlerin doğru ya da yanlış çizimler olduğunu belirtmeleri ve yanlış olduğunu düşünüyorlarsa bu yanlış belirtmeleri istenmiştir.

PYÇ kuralına ait 4-A maddesinde 23 adet doğru yanıt verildiği görülmektedir. Şekil 13, böyle bir yanıtı göstermektedir. Öğretmen adayı çizgilerin yönünün ters çizildiğini fark ederek açıklamasında bunu belirtmiştir.

4. Aşağıda A, B ve C şıklarında elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu gösterimler doğru ise 'Doğru'yu işaretleyiniz. Yanlış ise 'Yanlış'ı işaretleyerek yanlışın nerede olduğunu belirtiniz. Çizimlerin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.



☐ Doğru

☒ Yanlış

Yanlış olan şudur/şunlardır:

elektrik alan çizgileri yükten dışarı doğru olmalıdır.
dışarı doğru olmalıdır.
.....
.....
.....

Şekil 13. Ö1 kodlu öğretmen adayının 4-A maddesine ait yanıtı

4-A maddesinde 4 hatalı yanıt bulunmaktadır. Hatalı çizimi doğru kabul eden Ö21 kodlu öğretmen adayı, yapılan görüşmede şu ifadeleri kullanmıştır:

Araştırmacı: 4-A maddesinde verilen çizim için neden doğru yanıtını işaretledin?

Ö21: 'Ben yanlış yapmışım şu an fark ettim, çok dikkat etmeden işaretlemişim. Yüklerin dışarı doğru olması gerekiyordu. Eski bilgilerim ile yapmaya çalıştım. O yüzden çok da emin olmayarak yaptım.'

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin PYÇ kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 5’te özetlenmiştir. Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.



Tablo 5.

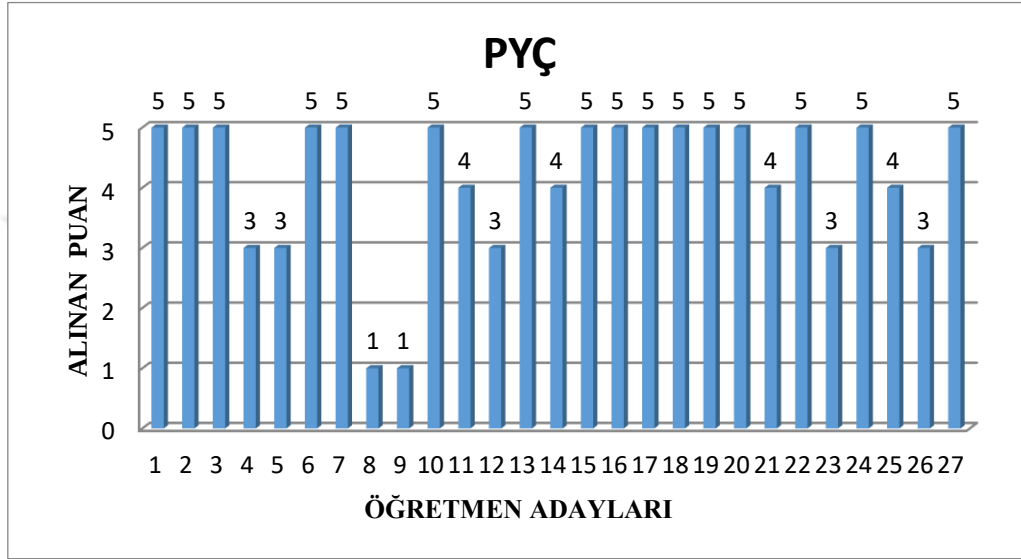
Katılımcıların PYÇ kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

Katılımcılar	PYÇ MADDELERİ					Katılımcı Toplam Puanları
	1A	2A	2B	2C	4A	
Ö1	1	1	1	1	1	5
Ö2	1	1	1	1	1	5
Ö3	1	1	1	1	1	5
Ö4	0	1	1	1	0	3
Ö5	1	0	1	0	1	3
Ö6	1	1	1	1	1	5
Ö7	1	1	1	1	1	5
Ö8	0	0	0	0	1	1
Ö9	0	0	1	0	0	1
Ö10	1	1	1	1	1	5
Ö11	1	0	1	1	1	4
Ö12	0	1	1	0	1	3
Ö13	1	1	1	1	1	5
Ö14	0	1	1	1	1	4
Ö15	1	1	1	1	1	5
Ö16	1	1	1	1	1	5
Ö17	1	1	1	1	1	5
Ö18	1	1	1	1	1	5
Ö19	1	1	1	1	1	5
Ö20	1	1	1	1	1	5
Ö21	1	1	1	1	0	4
Ö22	1	1	1	1	1	5
Ö23	0	0	1	1	1	3
Ö24	1	1	1	1	1	5
Ö25	1	1	1	0	1	4
Ö26	1	0	1	1	0	3
Ö27	1	1	1	1	1	5
Madde Toplam Puanları	21	21	26	22	23	113

Ölçekten PYÇ kuralı için alınacak maksimum puanın 135 iken katılımcıların toplam puanı 113 olmuştur ve başarı yüzdesinin %84'dür. Maddelerin toplam puanlarına bakıldığında en yüksek olanın 2-B maddesi olduğu görülmektedir. 1-A maddesi ile 4-A maddesi karşılaştırıldığında ise 4-A maddesinin toplam puanının daha yüksek olduğu görülmektedir. 1-A maddesi yalıtılmış pozitif nokta yükün elektrik alan çizgilerini katılımcıların çizicekleri

madde, 4-A ise yalıtılmış pozitif nokta yükün alan çizgilerinin hatalı çiziminin verildiği maddedir. Katılımcılar çizimdeki hatayı bulma konusunda, çizimi doğrudan yapmaya göre daha başarılı olmuştur.

Tablo 5’te verilen ve katılımcıların PYÇ maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 14’te görülmektedir.



Şekil 14. Katılımcıların PYÇ maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 14’ten 16 öğretmen adayının 5 maddeye de doğru cevap vererek ‘Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.’ gerekir kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir.

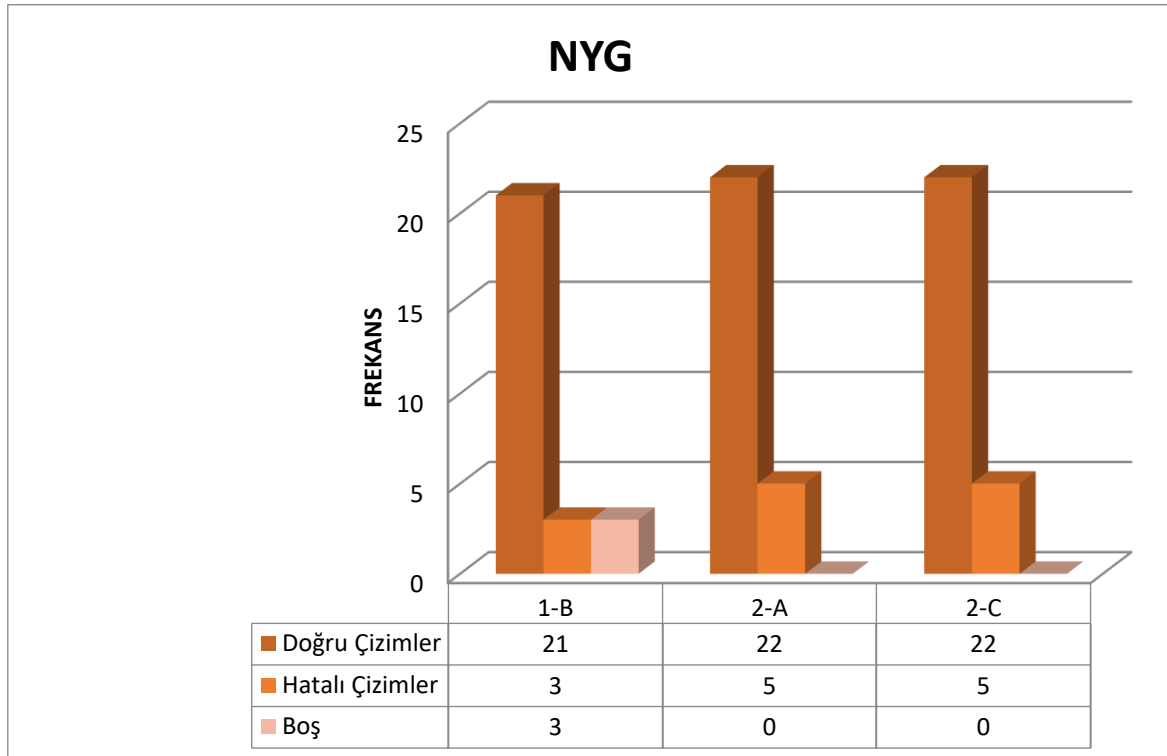
4 öğretmen adayı 4 puan, 5 öğretmen adayı 3 puan, 2 öğretmen adayı ise 1 puan almıştır.

Elektrik Alan Çizgileri Negatif Yüke Girecek Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik

Bulgular (Kural 2- NYG)

EAÇÖ’nde ‘Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.’ kuralı 1-B, 2-A ve 2-C maddelerinde araştırılmıştır. Bu kural için kısaltma amacıyla NYG kodu kullanılmıştır.

NYG kuralı için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının maddelere göre dağılımı Şekil 15’te verilmiştir.

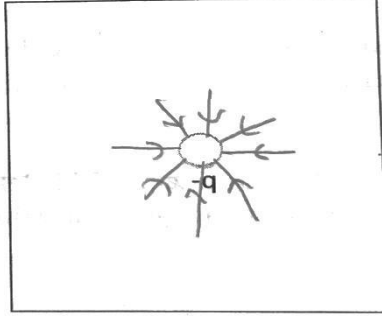


Şekil 15. NYG kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

NYG kuralının ölçüldüğü maddelere verilen doğru yanıtların yaklaşık olarak aynı sayıda olduğu görülmektedir. Her madde için doğru ve hatalı çizimler katılımcıların doğrudan alıntılarını içerecek şekilde örneklendirilerek verilmiştir.

1-B maddesi için 21 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 16, Ö1 kodlu öğretmen adayının 1-B maddesindeki çizimini göstermektedir. Bu çizimde elektrik alan çizgilerinin yüke girecek şekilde çizildiği açıkça görülmektedir.

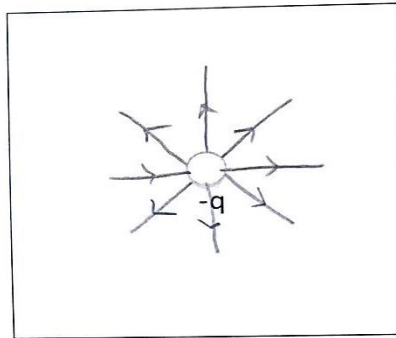
**B. Yalıtılmış Negatif Noktasal
Elektrik Yüğü**



Şekil 16. Ö1 kodlu öğretmen adayının 1-B maddesine ait çizimi

1-B maddesinde 3 öğretmen adayı hatalı çizim yapmış ve 3 öğretmen adayı boş bırakmıştır. Hatalı çizimlerde elektrik alan çizgilerinin yalıtılmış negatif noktasal elektrik yükünden çıkacak şekilde çizildiği görülmüştür. Şekil 17, Ö23 kodlu öğretmen adayına ait hatalı bir çizimi göstermektedir.

**B. Yalıtılmış Negatif Noktasal
Elektrik Yüğü**



Şekil 17. Ö23 kodlu öğretmen adayının 1-B maddesine ait çizimi

Ö23 kodlu öğretmen adayının çiziminde dışa doğru yönelen çizgiler açıkça görülmektedir.

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

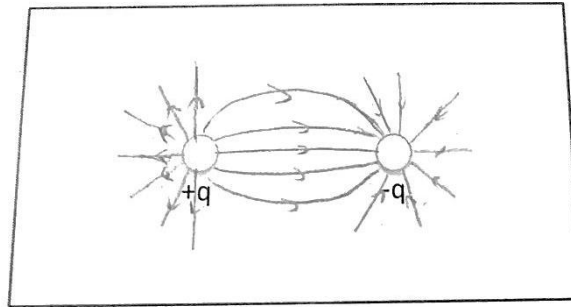
Araştırmacı: *1-B maddesi için yaptığın çizimin sebebi nedir?*

Ö23: *'1-B ve 1-A maddelerinde elektrik alan çizgileri (+) q yükünden içeriye doğru, (-) q yükünden dışarıya doğru çizilir. Bende bu yüzden (-) q yükünden dışarıya doğru çizdim.'*

Öğretmen adayının 1-B, 2-A maddelerinde NYG kuralına uygun olmayan çizimler yapmış sadece 2-C maddesinde bu özelliğe uygun çizimler yaptığı görülmektedir. Ancak verdiği yanıttan öğretmen adayının bu kuralı tam olarak bilmediği anlaşılmaktadır.

NYG kuralı için 2-A maddesinde 22 öğretmen adayının elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak, negatif yüke girecek şekilde bilimsel modele uygun çizimler yaptıkları görülmüştür. Şekil 18'de verilen çizim Ö21 kodlu öğretmen adayına aittir. Çizimde negatif yüke girecek şekilde çizilen alan çizgileri açıkça görülmektedir.

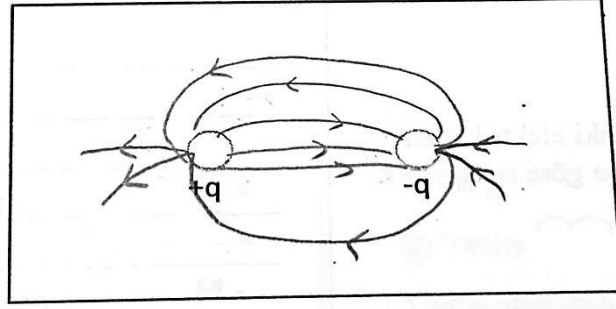
A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 18. Ö21 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

2-A maddesi için 5 hatalı çizime rastlanmıştır. Şekil 19'da Ö5 kodlu öğretmen adayının hatalı çizimi verilmiştir. Bu çizimde öğretmen adayı negatif yükün etrafındaki çizgilerin bazılarını (5 tane) yüke girecek, bazılarını (3 tane) ise yükten çıkacak şekilde çizmiştir.

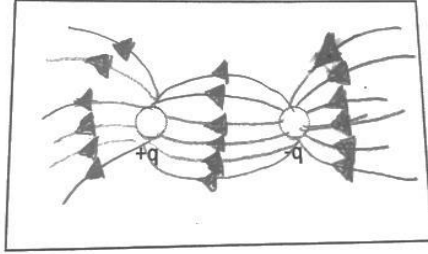
A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



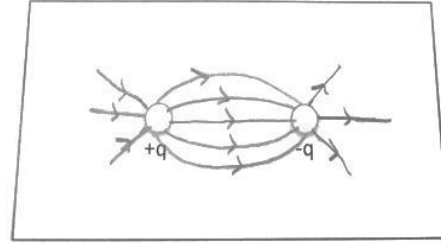
Şekil 19. Ö5 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

2-A maddesindeki hatalı çizimlere, Şekil 20'deki Ö9 ve Ö23 öğretmen adaylarının çizimleri örnek verilebilir. Bu çizimlerde eşit ve zıt yüklü noktasal elektrik yükleri için elektrik alan çizgilerinin bir yerden başlayıp aynı yönde ilerleyerek yük sistemini terk ediyormuş gibi çizildiği görülmektedir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 20. Sırası ile Ö9 ve Ö23 kodlu öğretmen adaylarının 2-A maddesine ait çizimleri

Ö9 kodlu öğretmen adayının çiziminde, sağ taraftan giren alan çizgileri (6 adet) negatif yükte toplanıp sonra negatif yükü terk edip pozitif yükte toplanacak şekilde giren ve sonra da pozitif yükü terk eden eşit sayıdaki çizgiler açıkça görülmektedir. Benzer çizim ise Ö23 kodlu öğretmen adayının çizimidir. Bu çizimin diğerinden farkı; şeklin sol tarafından 3

çizginin pozitif yüke girmesi ve 5 çizginin çıkması, sonrasında ise bu 5 çizginin negatif yükte toplanması ve 3 çizginin negatif yükten çıkmasıdır.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde bu çizimlerin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmışlardır:

Araştırmacı: 'Neden böyle bir çizim yaptın?'

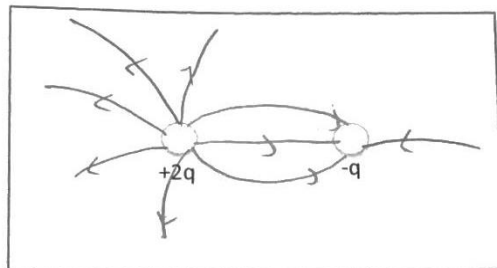
Ö9: 'Bir çerçevenin içinde olduğu için kitaplardan aklımızda kalan görüntüyü yansıtmak istedim. Yükler hareket doğrultusunda eksiden çıkar, artıya gider.'

Ö23: '2 tane yük varsa eşit miktarda elektrik alan giriyorsa eşit miktarda da elektrik alan çıkması gerektir. Daha fazla da olabilirdi ama modellememizde 3'er tane çizdim. Ortamda yük varsa elektrik alanda bulunduğu için aralarında etkileşim olur. Bu yüzden elektrik alan bir yerden girer bir yerden çıkar.'

Bu ifadelerden bu öğretmen adaylarının elektrik alan çizimleri hakkındaki bilgilerinin eksik ve hatalı olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca yaptıkları çizimler, kitaplardaki çizimlere benzetme gayretlerinin ürünüdür.

2-C maddesinde 22 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 21, doğru çizime örnek olarak verilmiştir. Bu çizimde negatif yüke girecek şekilde çizilen çizgiler görülmektedir.

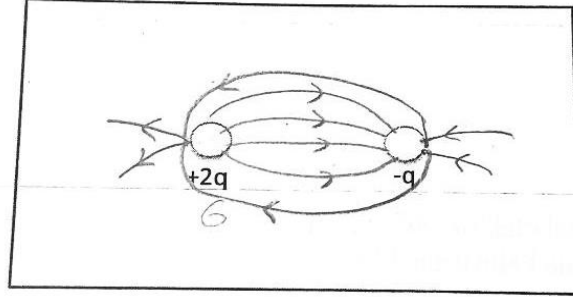
C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 21. Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

NYG kuralı için 2-C maddesinde 5 adet hatalı çizim yapıldığı görülmüştür. Şekil 22, hatalı çizime örnek olarak verilmiştir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 22. Ö5 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayının negatif yükün etrafına çizdiği 8 adet çizginin 6 tanesi yüke girecek 2 tanesini yükten çıkacak şekilde çizdiği görülmektedir.

Öğretmen adayı bu çiziminin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö5: ‘Artı yük dağılan bir özelliktedir vericidir, eksi yük alıcıdır. Çizimimde 3 tane yük eksiye gidiyor, 6 tane yük artıya gidiyor. Artı yükten çıkar eksi yüke girer. Bunun için bu şekilde çizdim.’

Ö5 kodlu öğretmen adayının ifadelerinden bilimsel olarak uygun bir açıklama olmasa da alan çizgilerinin negatif yüke girecek şekilde çizilmesi gerektiğinin farkında olduğu anlaşıyor. Ancak çiziminde bu özelliğe çok dikkat etmeden çizim yaptığı görülmektedir. İki öğretmen adayı da bu çizime benzer çizimler yapmıştır. Katılımcılar da çizgilerin yönlerini karışık olarak yani bazılarını girecek bazılarını ise çıkacak şekilde çizmiştir. Bu maddeden puan alamayan diğer iki öğretmen adayı ise çizimlerinde yön göstermemiştir.

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin NYG kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 6’da özetlenmiştir. Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.



Tablo 6.

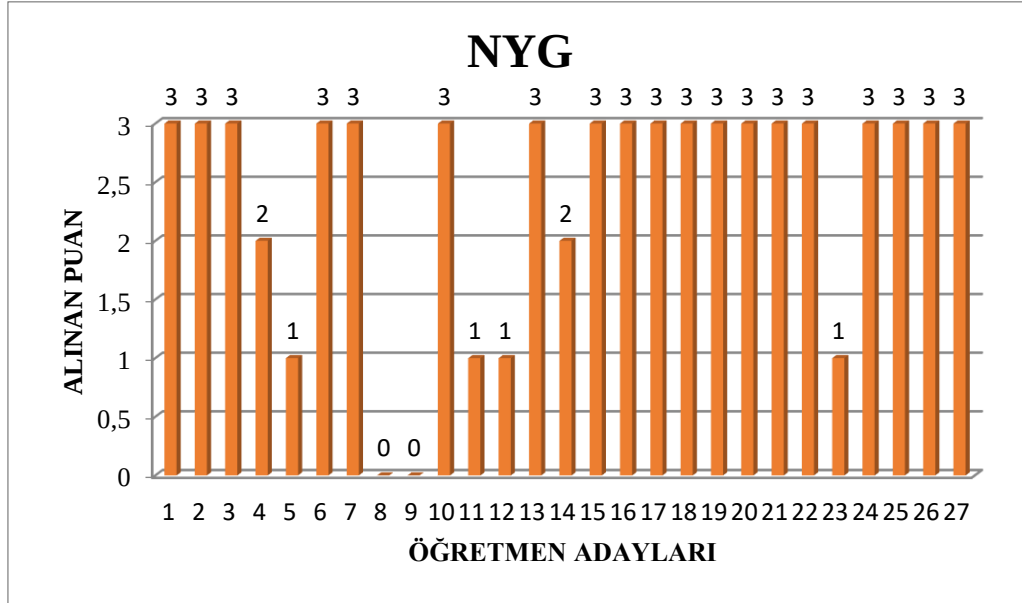
Katılımcıların NYG kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

NYG MADDELERİ				
Katılımcılar	1B	2A	2C	Katılımcı Toplam Puanları
Ö1	1	1	1	3
Ö2	1	1	1	3
Ö3	1	1	1	3
Ö4	0	1	1	2
Ö5	1	0	0	1
Ö6	1	1	1	3
Ö7	1	1	1	3
Ö8	0	0	0	0
Ö9	0	0	0	0
Ö10	1	1	1	3
Ö11	1	0	0	1
Ö12	0	1	0	1
Ö13	1	1	1	3
Ö14	0	1	1	2
Ö15	1	1	1	3
Ö16	1	1	1	3
Ö17	1	1	1	3
Ö18	1	1	1	3
Ö19	1	1	1	3
Ö20	1	1	1	3
Ö21	1	1	1	3
Ö22	1	1	1	3
Ö23	0	0	1	1
Ö24	1	1	1	3
Ö25	1	1	1	3
Ö26	1	1	1	3
Ö27	1	1	1	3
Madde Toplam Puanları	21	22	22	65

Ölçekten NYG kuralı için alınacak maksimum puan 81 iken katılımcıların toplam puanı 65 olmuştur ve başarı yüzdesi %80'dir.

Maddelerin toplam puanlarına bakıldığında yaklaşık olarak puanların eşit olduğu görülmektedir.

Şekil 23'te öğretmen adaylarının NYG kuralı için bireysel olarak aldıkları puanlar verilmiştir.

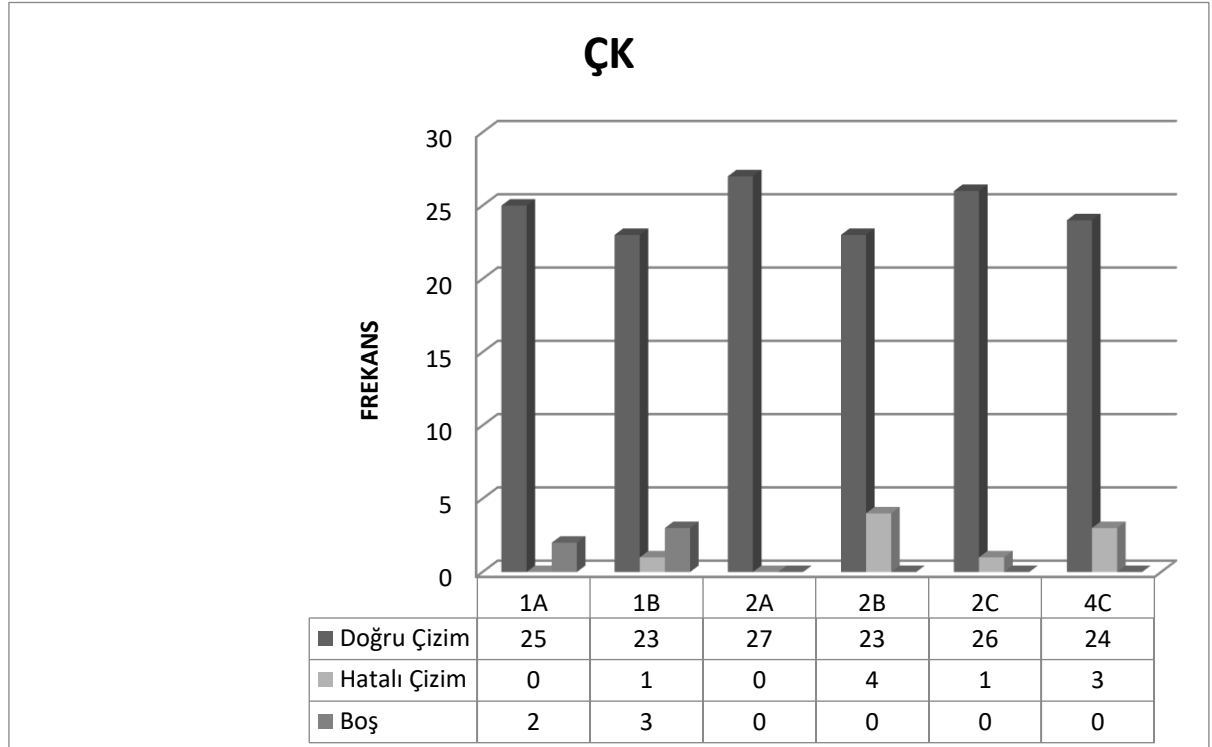


Şekil 23. Katılımcıların NYG maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 23'te 19 öğretmen adayının 3 maddeye de doğru cevap vererek 'elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilmesi gerekir' kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir. 2 öğretmen adayı 2 puan, 4 öğretmen adayı 1 puan, 2 öğretmen adayı ise 0 puan almıştır.

Elektrik Alan Çizgileri Kesişmeden Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 3- ÇK)

EAÇÖ’nde, ‘Elektrik alan çizgilerinin kesişmeden çizilir.’ kuralı 1-A, 1-B, 2-A, 2-B, 2-C ve 4-C maddelerinde araştırılmıştır. Bu kural için kısaltma amacıyla ÇK kodu verilmiştir. ÇK kuralı için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının maddelere göre dağılımı Şekil 24’te verilmiştir.

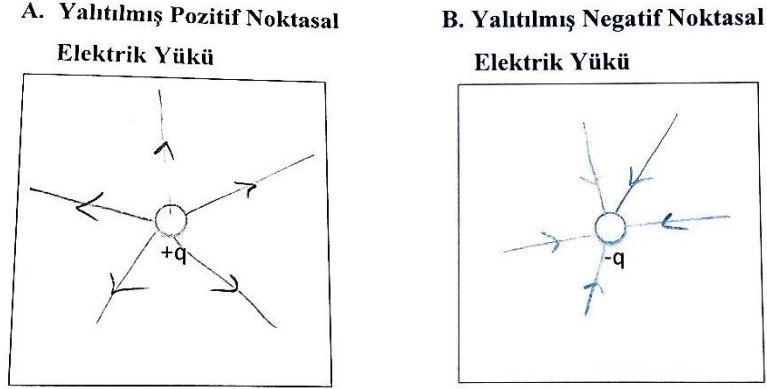


Şekil 24. ÇK kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

ÇK için en yüksek puan 2-A kuralındadır. Tüm katılımcılar bu madde için ÇK kuralına dikkat ederek çizim yapmıştır. Öğretmen adayları genel olarak alan çizgilerini kesiştirmeden çizmeye dikkat etmiştir. En düşük puan 1-B ve 2-B maddelerindedir ancak hatalı çizim en fazla 2-B maddesinde yapılmıştır.

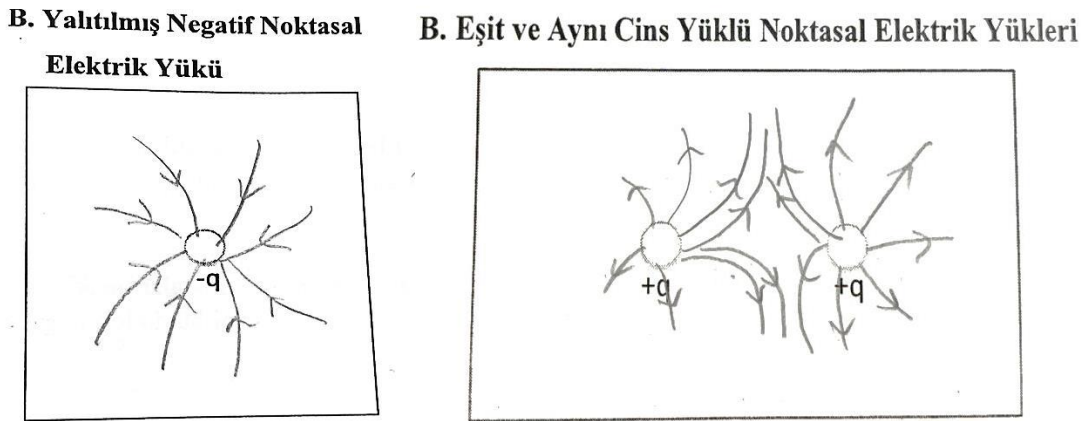
1-A maddesi için 25 adet doğru çizim, 1-B maddesinde ise 23 adet doğru çizim yapılmıştır. 1-A maddesinde hatalı çizim gözlenmemiştir ancak 2 öğretmen adayı çizim yapmamıştır.

Şekil 25, 1-A ve 1-B maddelerine yapılan doğru çizimlere örnek olarak verilmiştir. Ö13 kodlu öğretmen adayı çiziminde çizgileri kesiştirmeden çizmeye dikkat etmiştir.



Şekil 25. Ö13 kodlu öğretmen adayının 1-A ve 1-B maddelerine ait çizimi

1-B maddesinde bir öğretmen adayı (Ö7) hatalı çizim yapmıştır, 3 öğretmen adayı ise çizim yapmamıştır. Ö7 kodlu öğretmen adayının ÇK kuralı için sadece 1-B ve 2-B maddelerinde kesişen veya kesişecek şekilde olan çizgiler çizmiştir. Ö7 öğretmen adayının bu çizimleri Şekil 26’da görülmektedir.



Şekil 26. Ö7 kodlu öğretmen adayının 1-B ve 2-B maddelerine ait çizimleri

Ancak, Ö7 kodlu öğretmen adayı 1-A, 2-A, 2-C ve 4-C maddelerinde elektrik alan çizgilerini kesiştirmeden çizmeye dikkat etmiştir.

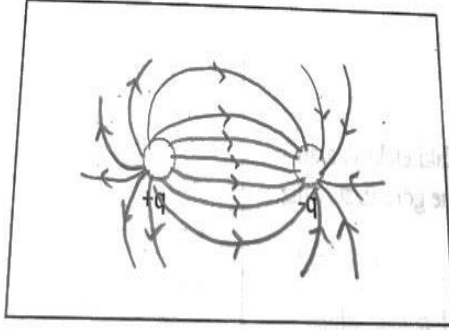
Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

‘Hayır çizgiler kesişmez aceleyle çizmişim biraz kötü olmuş. Negatif yük içe pozitif yük dışa doğru olduğu için çizdim.’

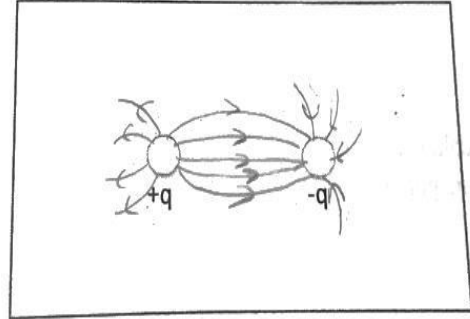
Öğretmen adayının çizimlerinde titiz davranmadığı ancak bu kuralı bildiği anlaşılmaktadır.

2-A maddesi için 27 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 27’de Ö3 ve Ö6 kodlu öğretmen adaylarına ait çizimler görülmektedir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



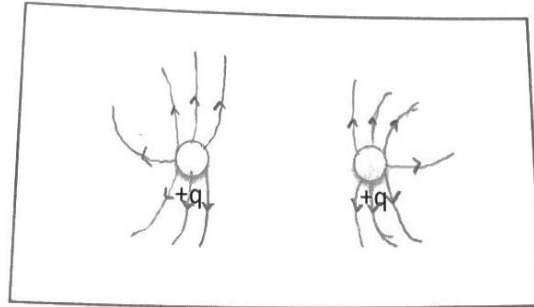
A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 27. Sırasıyla Ö3 ve Ö6 kodlu öğretmen adaylarının 2-A maddesine ait çizimleri

2-B maddesi için 25 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 28, böyle bir çizimi göstermektedir.

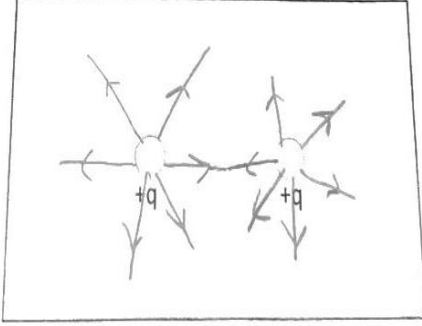
B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



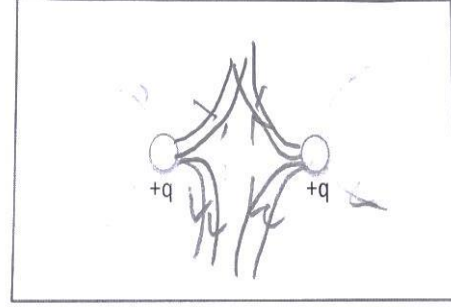
Şekil 28. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi

ÇK kuralı için 2-B maddesinde 2 hatalı çizime rastlanılmıştır. Bu hatalı çizimlere örnek olarak Şekil 29’daki çizimler verilmiştir.

B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 29. Ö5 ve Ö12 kodlu öğretmen adaylarının 2-B maddelerine ait çizimleri

Ö5 ve Ö12 kodlu öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde bu çizimlerin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmışlardır:

Ö5: ‘İki artı yük birbirini itiyor şeklinde düşündüm. O yüzden o şekilde çizdim. Çizimimden yanlış anlaşılıyor olabilir ama aslında iki yükün birbirini ittiğini göstermek istedim.’

Ö12: ‘Çizimde biraz hata olmuş ama birbirlerine teğet geçecek şekilde çizmek istedim. İç içe girmeyecek sadece teğet geçecek şekilde olur.’

Her iki öğretmen adaylarının buradaki açıklamaları her ne kadar bilimsel duruma uygun olmasa da bu kuralın ölçüldüğü diğer maddelerde çizimleri kesiştirmeden çizdiği görülmektedir. Bununla ilgili yapılan görüşmede öğretmen adayları şu ifadeleri kullanmıştır:

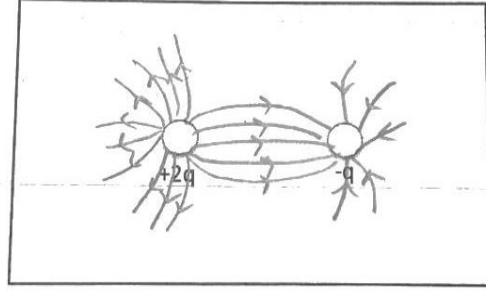
Ö5: ‘Elektrik alan çizgileri kesişmezler.’

Ö12: ‘Elektrik alan çizgileri çakışmaz.’

Ö5 ve Ö12 kodlu öğretmen adayları elektrik alan çizgilerinin kesişmeme kuralını bildikleri ancak çizimlerde ifade etmekte zorlandıkları görülmektedir.

2-C maddesinde 26 doğru çizim yapılmıştır ve bu madde için en çok doğru çizim yapılan maddelerden biri olduğu görülmüştür. Şekil 30, böyle bir çizimi göstermektedir.

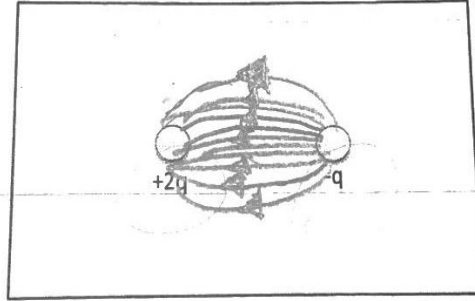
C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükları



Şekil 30. Ö3 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adaylarından 2-C maddesine istenilen çizimi yapamayan bir öğretmen adayı (Ö9) olduğu görülmüştür. Öğretmen adayının çizimi, Şekil 31’de verilmiştir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükları



Şekil 31. Ö9 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

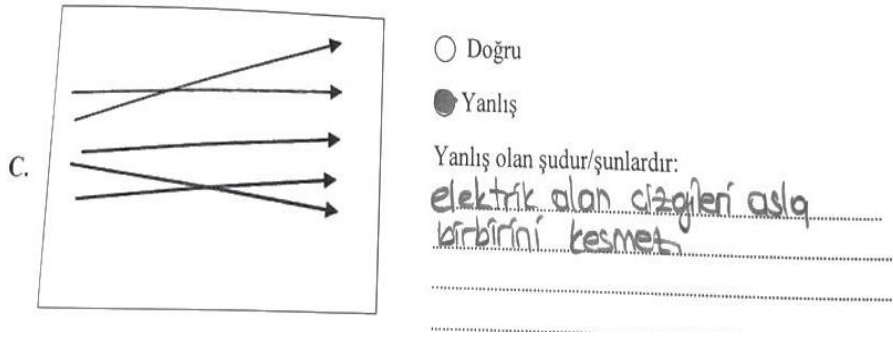
Ö9: ‘Çizgiler kesişmezler ama birbirlerine yaklaşıyor olabilirler. Aceleden çizerken o kadar yakın çizmiş olabilirim. Orada bir yük toplanması olup birbirlerine yaklaşırlar. Kesişmezler diye düşünüyorum.’

Ö9 kodlu öğretmen adayı 4-C maddesinde ise şu açıklamaları yapmıştır;

Ö9: ‘Elektrik alan çizgileri paralel olur. Birbirleri üzerinde çakışmazlar.’

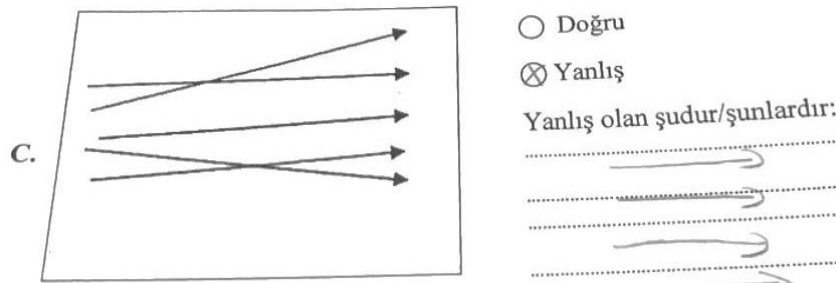
Ö9 kodlu öğretmen adayının ÇK kuralını bildiği ancak çizim üzerinde göstermede hata yaptığı görülmüştür.

4-C maddesinde öğretmen adaylarına yanlış çizilmiş elektrik alan çizgileri verilmiştir. Öğretmen adaylarından bu çizimlerin doğru ya da yanlış çizimler olduğunu belirtmeleri ve yanlış olduğunu düşünüyorlarsa bu yanlışlığı belirtmeleri istenmiştir. 4-C maddesi için 24 adet doğru yanıt verilmiştir. Şekil 32, böyle bir durumu göstermektedir. Öğretmen adayının açıklamasından ÇK kuralını bildiği açıkça görülmektedir.



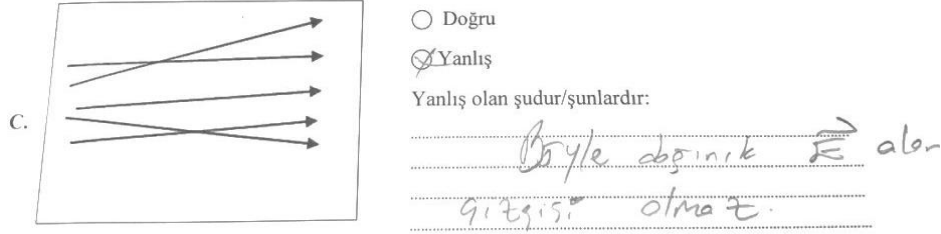
Şekil 32. Ö14 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı

Ö6 kodlu öğretmen adayı ise bu maddeye sadece çizim yaparak verilen çizimlerin yanlış olduğunu doğrusunu çizerek göstermiştir. Şekil 33'te böyle bir çizimi göstermektedir.



Şekil 33. Ö6 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı ve çizimi

Ö24 kodlu öğretmen adayı verilen çizimin yanlış olduğunu belirtmiştir ancak yanlış durumu açıklarken ifadesinin anlamsız kaldığı görülmüştür.



Şekil 34. Ö24 kodlu öğretmen adayının 4-C maddesine ait yanıtı

ÇK kuralı için 4-C maddesinde 3 adet hatalı yanıt olduğu belirlenmiştir. Hatalı yanıt veren öğretmen adayı şu şekilde açıklama yapmıştır:

Ö2: ‘Bunu bilmiyordum o yüzden herhangi bir seçenek olarak doğruyu işaretledim.’

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin ÇK kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 7’de özetlenmiştir. Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.

Tablo 7.

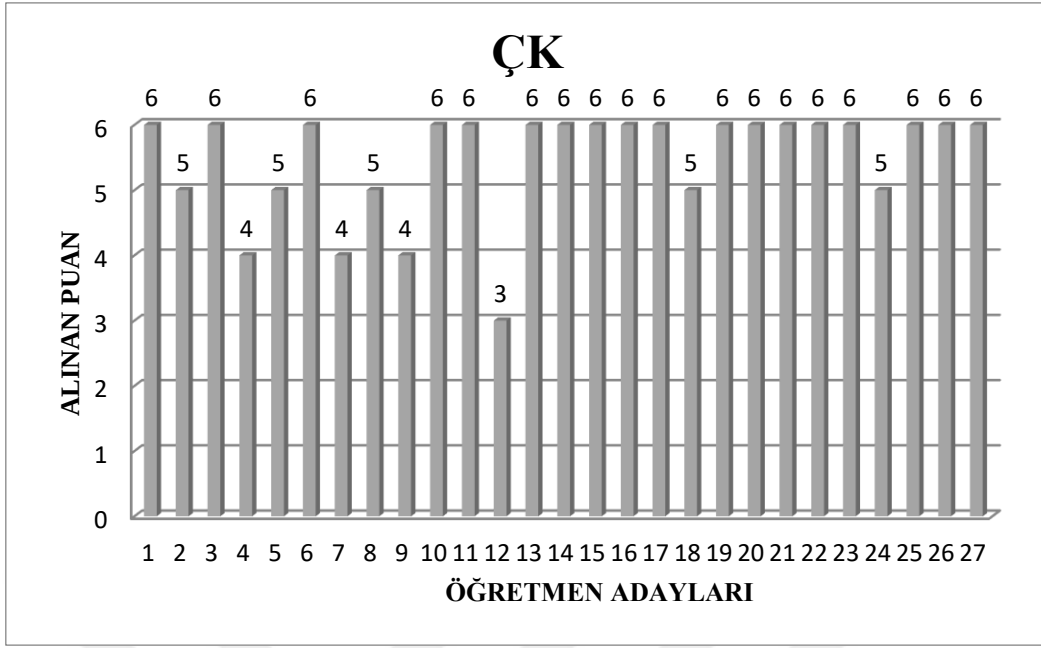
Katılımcıların ÇK kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

Katılımcılar	ÇK MADDELERİ						Katılımcı Toplam Puanları
	1A	1B	2A	2B	2C	4C	
Ö1	1	1	1	1	1	1	6
Ö2	1	1	1	1	1	0	5
Ö3	1	1	1	1	1	1	6
Ö4	0	0	1	1	1	1	4
Ö5	1	1	1	0	1	1	5
Ö6	1	1	1	1	1	1	6
Ö7	1	0	1	0	1	1	4
Ö8	1	0	1	1	1	1	5
Ö9	1	1	1	0	0	1	4
Ö10	1	1	1	1	1	1	6
Ö11	1	1	1	1	1	1	6
Ö12	0	0	1	0	1	1	3
Ö13	1	1	1	1	1	1	6
Ö14	1	1	1	1	1	1	6
Ö15	1	1	1	1	1	1	6
Ö16	1	1	1	1	1	1	6
Ö17	1	1	1	1	1	1	6
Ö18	1	1	1	1	1	0	5
Ö19	1	1	1	1	1	1	6
Ö20	1	1	1	1	1	1	6
Ö21	1	1	1	1	1	1	6
Ö22	1	1	1	1	1	1	6
Ö23	1	1	1	1	1	1	6
Ö24	1	1	1	1	1	0	5
Ö25	1	1	1	1	1	1	6
Ö26	1	1	1	1	1	1	6
Ö27	1	1	1	1	1	1	6
Madde Toplam Puanları	25	23	27	23	26	24	148

Ölçekten ÇK kuralı için alınacak maksimum puan 162 iken katılımcıların aldıkları toplam puan 148 olmuştur ve başarı yüzdesi %91'dir.

Maddelerin toplam puanlarına bakıldığında en yüksek olanın 2-A maddesi olduğu görülmektedir. En düşük puan ise 1-B maddesi ile 2-B maddesinde alındığı görülmüştür.

Tablo 7'de verilen ve katılımcıların ÇK maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 35'te görülmektedir.

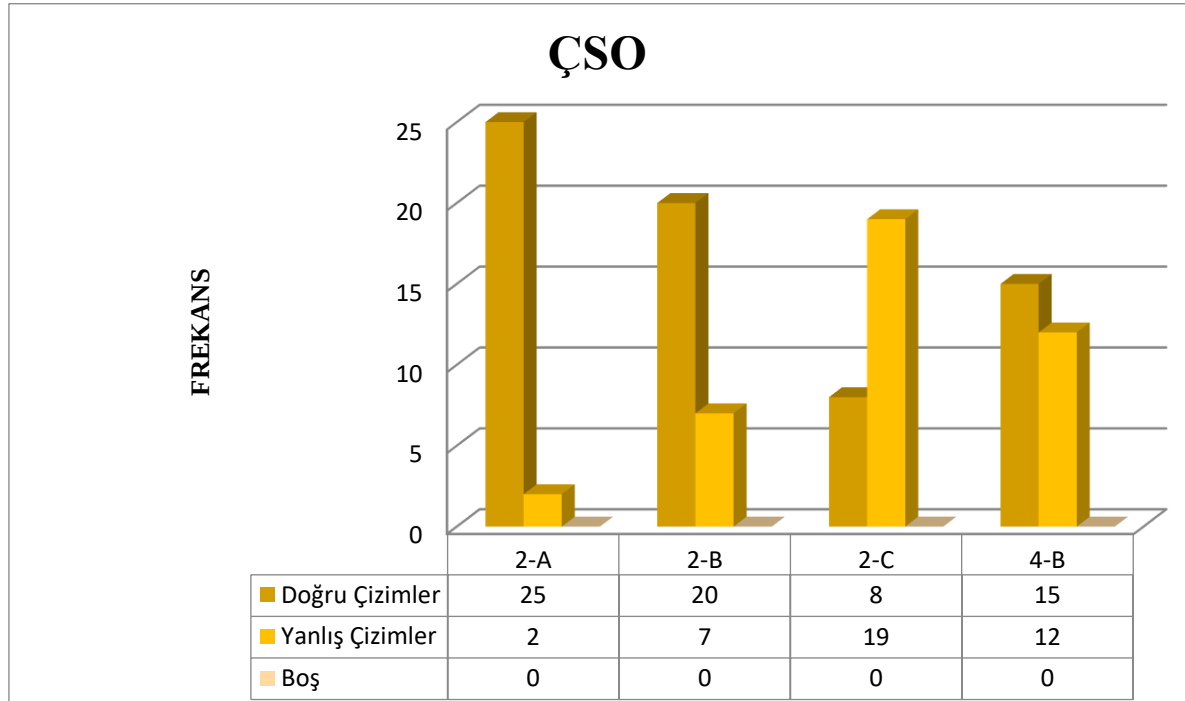


Şekil 35. Katılımcıların ÇK maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 35’te görüldüğü gibi 18 öğretmen adayı 6 maddeye de doğru çizimler yaparak ‘Elektrik alan çizgileri kesişmeden çizilir.’ kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir. 5 öğretmen adayı 5 puan, 3 öğretmen adayı 4 puan ve 1 öğretmen adayı da 3 puan almıştır.

Elektrik Alan Çizgilerinin Sayısı Yükler ile Orantılı Olacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 4- ÇSO)

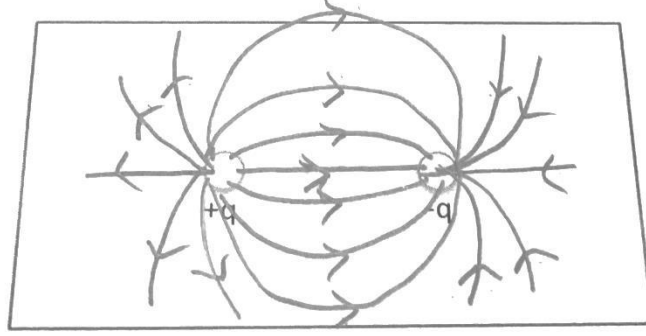
EAÇÖ’nde ‘Elektrik alan çizgileri yükler ile orantılı olacak şekilde çizilir.’ kuralı 2-A, 2-B, 2-C, 4-B maddelerinde araştırılmıştır. Bu kural için kısaltma amacıyla ÇSO kodu kullanılmıştır. ÇSO kuralı için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının EAÇÖ maddelerine göre dağılımı Şekil 36’da verilmiştir.



Şekil 36. ÇSO kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

ÇSO kuralı için en yüksek puan 2-A maddesinde, en düşük puan ise 2-C maddesinde alınmıştır. 2-A maddesi için 25 adet doğru çizim yapıldığı görülmüştür. Şekil 37, böyle bir çizimi göstermektedir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri

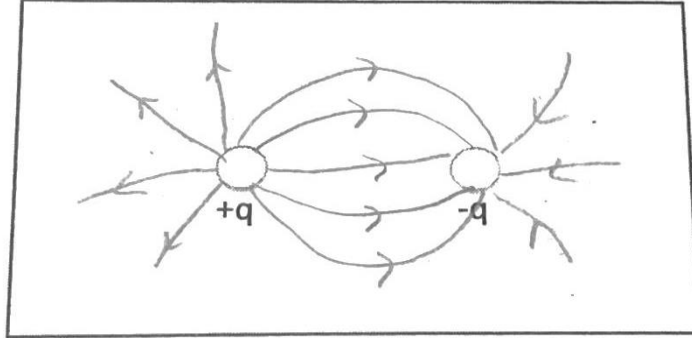


Şekil 37. Ö20 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı, 2-A maddesinde verilen eşit ve zıt yüklü noktasal elektrik yükleri ile orantılı olacak şekilde çizgiler çizdiği açıkça görülmektedir. Her bir q yüküne (12 adet) eşit elektrik alan çizgileri çizmiştir.

2-A maddesinde 2 adet yanlış çizim yapıldığı görülmüştür. Şekil 38, böyle bir çizimi göstermektedir. Öğretmen adayı $+q$ yüküne 9 çizgi, $-q$ yükü için 8 çizgi çizmiştir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 38. Ö7 kodlu öğretmen adayının 2-A maddesine ait çizimi

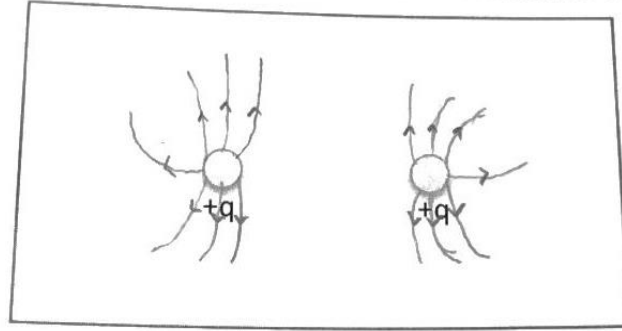
Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö7: ‘Uygulamayı yaparken yükler eşit olduğu için ok sayısını eşit çizdim. Aceleden eşit gibi görmüşüm. Şu an olsa çizgi sayısını eşit çizerdim.’

Öğretmen adayının çizgileri yük miktarı ile orantılı çizmesi gerektiğini bildiği ancak çizimini buna dikkat etmeden yaptığı anlaşılmıştır.

2-B maddesinde 20 adet doğru çizim yapılmıştır. Öğretmen adaylarının doğru çizimlerine örnek olarak Şekil 39’daki çizim verilmiştir. Bu çizimde elektrik alan çizgilerinin sayısının yük miktarı ile orantılı çizildiği açıkça görülmektedir.

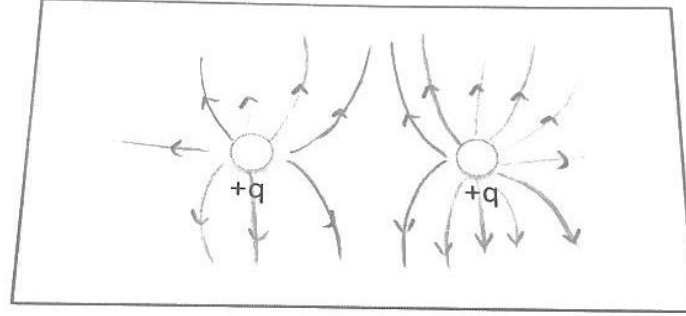
B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 39. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2-B maddesine ait çizimi

2-B maddesinde 7 adet hatalı çizime rastlanmıştır. Bu hatalı çizimler, elektrik alan çizgilerinin eşit sayıda çizilmemesi olduğu görülmüştür. Şekil 33, böyle bir çizimi göstermektedir. Öğretmen adayı solda verilen $+q$ yüküne 8 adet elektrik alan çizgisi, sağ tarafta verilen $+q$ yüküne ise 11 adet elektrik alan çizgisi çizmiştir. Verilen yüklerin miktarı eşit olmasına rağmen farklı sayılarda elektrik alan çizgileri çizdiği açıkça görülmektedir.

B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 40. Ö21 kodlu öğretmen adaylarının 2-B maddesine ait çizimi

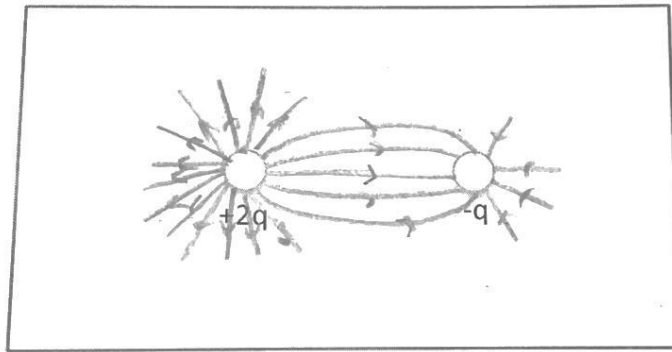
Öğretmen adayı, çiziminin sebebini şu şekilde ifade etmiştir:

Ö21: ‘Aslında eşit çizmem gerekiyordu. Elektrik alan çizgileri yükle orantılı olmalıdır, yanlış çizmişim.’

Ö21 kodlu öğretmen adayı bu kural için verilen maddelerde sadece 2-A maddesinde doğru çizim yaptığı diğer 3 maddede ise hatalı çizim yaptığı görülmüştür. Öğretmen adayının yaptığı açıklamadan ÇSO kuralını bildiği ancak çizimlerde bunu gösteremediği anlaşılmaktadır.

2-C maddesi için 8 adet doğru çizim yapılmıştır. Doğru yapılan çizimlerin sayısının az olması dikkat çekmektedir. Şekil 41, böyle bir çizimi göstermektedir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri

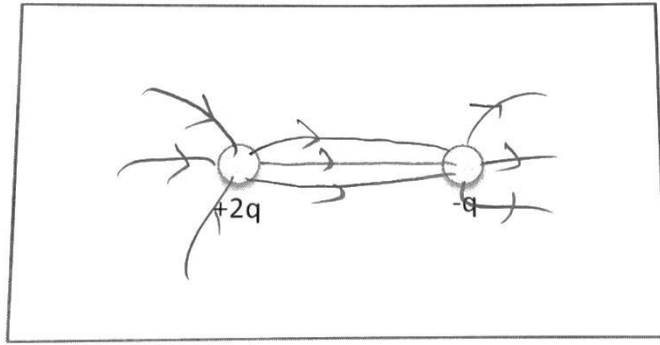


Şekil 41. Ö19 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı $+2q$ yüküne 18 elektrik alan çizgileri ve $-q$ yüküne de 9 elektrik alan çizgileri çizerek ÇSO kuralına uygun çizim yaptığı açıkça görülmektedir.

2-C maddesi için 19 adet hatalı çizim olduğu belirlenmiştir. Yapılan 19 hatalı çizimden 6'sı $+2q$ ve $-q$ yüklerinin büyüklüklerine bakılmadan eşit elektrik alan çizgileri çizilerek yapılmıştır. Şekil 42, böyle bir çizimi göstermektedir. Öğretmen adayının, yüklerin büyüklüklerine bakmadan eşit sayıda çizgiler çizdiği görülmektedir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 42. Ö12 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

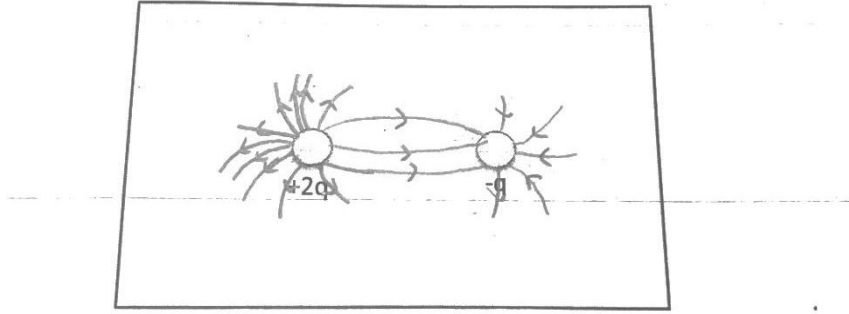
Öğretmen adayı bu çizimin sebebini şu şekilde açıklamıştır;

Ö12: ‘ Bir yük pozitif diğeri ise negatif, yüklerden artı yük ve eksi yük birbirini çekerya o mantıkla çizdim. Aslında çizim olarak tek bildiğim çizim bu. ’

Öğretmen adayının yaptığı açıklamadan ÇSO kuralını tam olarak bilmediği anlaşılmaktadır.

2-C maddesi için diğer hatalı çizimlerden 8 tanesi $+2q$ yükü ve $-q$ yükleri için elektrik alan çizgilerini çizerken iki yük arasındaki elektrik alan çizgilerini saymadan, yüklerin çevresindeki diğer çizgileri orantılı çizmek şeklindedir. Şekil 43, böyle bir çizimi göstermektedir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 43. Ö1 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı $+2q$ yükünün sol tarafına 10 elektrik alan çizgileri çizerken, $-q$ yükünün sağ tarafına 5 tane elektrik alan çizgisi çizmiştir. Bu çizgilerin sayılarının oranı yük miktarı ile orantılıdır. Ancak $+2q$ yükünden çıkıp $-q$ yüküne giren 3 çizgi de sayılara dahil edildiğinde, $+2q$ için 13 çizgi, $-q$ için 8 çizgi olmakta ve oran değişmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede bu çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

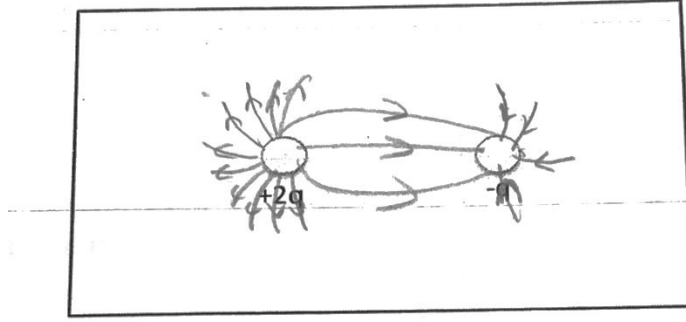
Ö1: 'Artı yükten ayrılan eksi yüke ulaşan elektrik alan çizgilerinin sayısı yük miktarları ile orantılıdır. Bu kural gereği çizimde $+2q$ yükünden çıkan elektrik alan çizgilerini $-q$ yüküne ulaşan çizgilerinin iki katı olacak şekilde çizmeye çalıştım.'

Araştırmacı: 'İki yük arasındaki çizgileri neden dikkate almadın?'

Ö1: 'Katkısı olmadığını düşündüğüm için ortadaki çizgilere bakmadım.'

Öğretmen adayının ifadelerinden ÇSO kuralını hakkında bilgi sahibi olduğu ancak bu kuralı tam olarak anlamadığı anlaşılmaktadır. Hatalı çizimlerden 5 tanesi ise verilen yüklerin büyüklükleri ile orantılı olmadan elektrik alan çizgileri çizilerek yapılmıştır. Şekil 44, böyle bir çizimi göstermektedir. Öğretmen adayı $+2q$ yüküne 13 elektrik alan çizgileri çizerken, $-q$ yüküne 7 elektrik alan çizgileri çizmiştir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



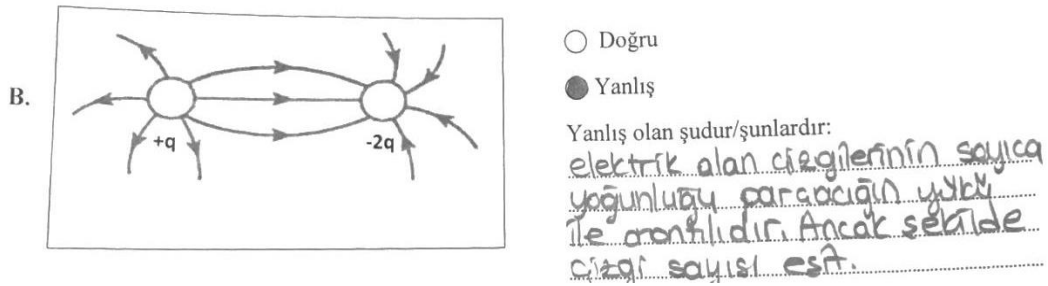
Şekil 44. Ö6 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı çiziminin sebebini şu şekilde açıklamıştır;

Ö6: 'Elektrik yükü $+2q$ olan yük ve elektrik yükü $-q$ olan yükün iki katı olduğu için çizgileri ikiye bir oranında çizmeye çalıştım. Ama burada çokta doğru çizemedim.'

Öğretmen adayının ifadesinden ÇSO kuralını bildiği açıkça anlaşılmaktadır.

4-B maddesinde $+q$ ve $-2q$ yüklerinin çizgi sayıları hatalı olarak verilmiş ve katılımcılardan şeklin doğru ya da yanlış olmasıyla ilgili açıklama yapmaları istenmişti. 4-B maddesi için 15 adet doğru yanıt verilmiştir. Şekil 45, böyle bir cevap kağıdını göstermektedir.



Şekil 45. Ö14 kodlu öğretmen adayının 4-B maddesine ait yanıtı

Öğretmen adayının açıklamasında ÇSO kuralını bildiği ve şekilde verilen hatayı bularak açıklama yaptığı görülmektedir.

4-B maddesinde 12 adet yanlış yanıt verildiği belirlenmiştir. Yani hatalı şekli ‘Doğru’ olarak kabul etmişlerdir. Hatalı yanıt veren Ö12 kodlu öğretmen adayı yanıtını şu şekilde açıklamıştır;

Ö12: *‘Soruda açıklama istediği ve ben bilmediğim için verilen şekil doğrudur yanıtını işaretledim.’*

Öğretmen adayının 4-B maddesindeki hatayı fark etmediği, ayrıca açıklama yapmak istemediği anlaşılmaktadır.

Ö21 kodlu öğretmen adayına yanıtı sorulduğunda şu ifadelerle açıklamıştır:

Ö21: *‘-2q yükünde daha fazla elektrik alan çizgisi olmalıydı, eşit sayıda olmamalıdır.’*

Öğretmen adayının açıklamasından bu kuralı bildiği ancak yanlış yanıt verdiği görülmektedir. Ö9 kodlu öğretmen adayı ise hatalı yanıtını şu şekilde açıklamıştır:

Ö9: *‘Elektrik alan çizgileri eksi yükten artı yüke doğru negatif yükten çıkacak, pozitif yük girecek şekilde çizilmeliydi.’*

Öğretmen adayı çizimdeki yanlışın elektrik alan çizgilerinin yönlerinden kaynaklandığını söylemiştir. Açıklamasının yanlış olduğu açıkça görülmektedir.

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin ÇSO kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 8’de özetlenmiştir.

Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.

Tablo 8.

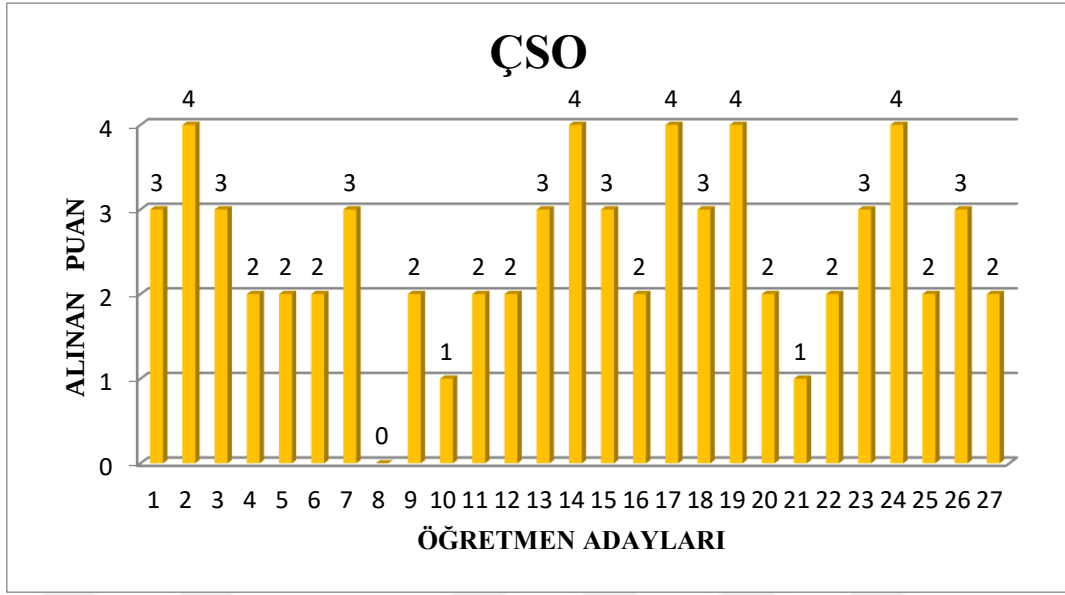
Katılımcıların ÇSO kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

Katılımcılar	ÇSO MADDELERİ				Katılımcı Toplam Puanları
	2A	2B	2C	4B	
Ö1	1	1	0	1	3
Ö2	1	1	1	1	4
Ö3	1	1	0	1	3
Ö4	1	1	0	0	2
Ö5	1	1	0	0	2
Ö6	1	1	0	0	2
Ö7	0	1	1	1	3
Ö8	0	0	0	0	0
Ö9	1	1	0	0	2
Ö10	1	0	0	0	1
Ö11	1	1	0	0	2
Ö12	1	1	0	0	2
Ö13	1	0	1	1	3
Ö14	1	1	1	1	4
Ö15	1	1	0	1	3
Ö16	1	0	0	1	2
Ö17	1	1	1	1	4
Ö18	1	1	0	1	3
Ö19	1	1	1	1	4
Ö20	1	0	0	1	2
Ö21	1	0	0	0	1
Ö22	1	1	0	0	2
Ö23	1	1	0	1	3
Ö24	1	1	1	1	4
Ö25	1	0	0	1	2
Ö26	1	1	1	0	3
Ö27	1	1	0	0	2
Madde Toplam Puanları	25	20	8	15	68

ÇSO kuralı için alınacak maksimum puan 108 iken katılımcıların toplam puanı 68 olmuştur ve başarı yüzdesi %63'tür.

Maddelerin toplam puanlarına bakıldığında en yüksek olanın 2-A maddesi olduğu görülmektedir. Bu maddelerden en düşük puan 2-C maddesinde alınmıştır.

Tablo 8'de verilen ve katılımcıların ÇSO maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 46'da görülmektedir.



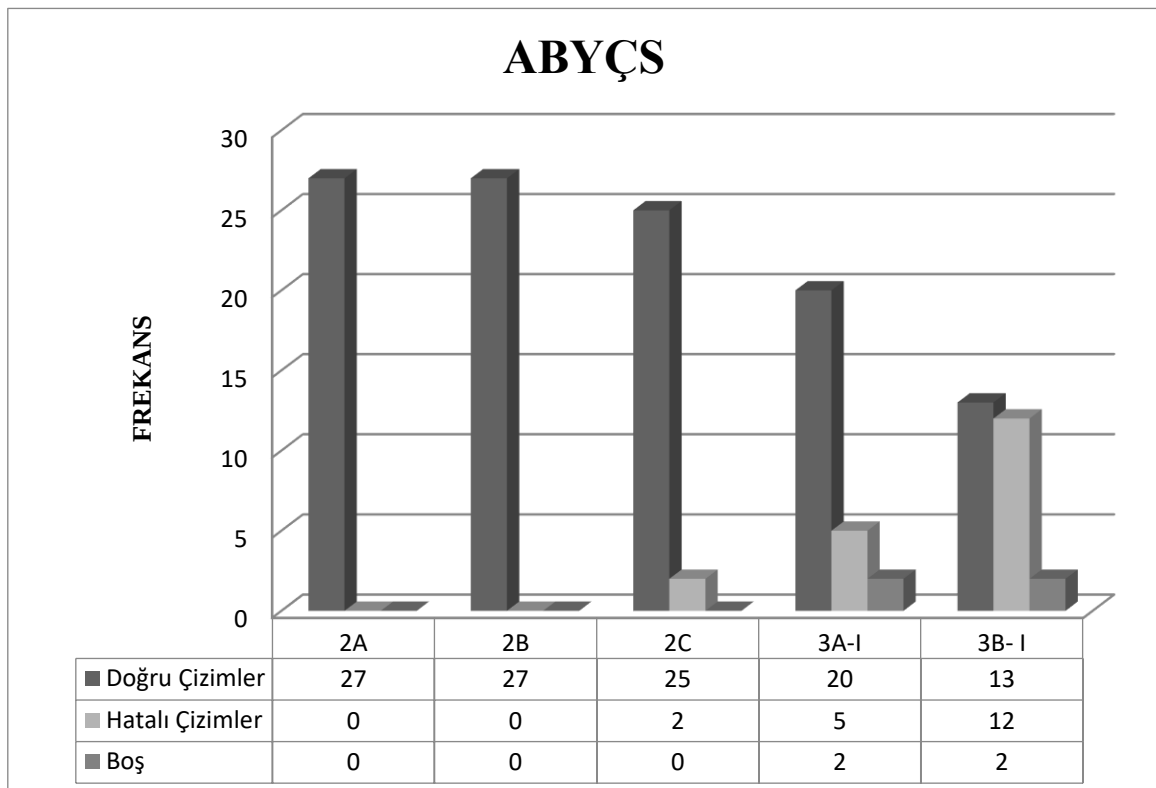
Şekil 46. Katılımcıların ÇSO maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 46'dan 5 öğretmen adayının 4 maddeye de cevaplar verdiği ve ÇSO kuralını bildiği anlaşılmaktadır. 8 öğretmen adayı 3 puan, 11 öğretmen adayı 2 puan, 2 öğretmen adayı 1 puan ve 1 öğretmen adayı 0 puan almıştır.

Elektrik Alanın Büyük Olduğu Yerlerde Elektrik Alan Çizgileri Sık Olacak Şekilde Çizilir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 5- ABYÇS)

EAÇÖ’nde ‘Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgileri sık şekilde çizilir.’ kuralı 2-A, 2-B, 2-C, 3A-I ve 3B-I maddelerinde araştırılmıştır. Bu kural için kısaltmak amacıyla ABYÇS kodu kullanılmıştır.

ABYÇS kuralı için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının EAÇÖ maddelerine göre dağılımı Şekil 47’de verilmiştir.

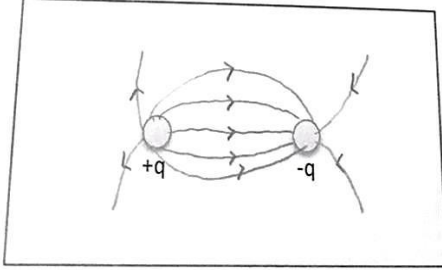


Şekil 47. ABYÇS kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

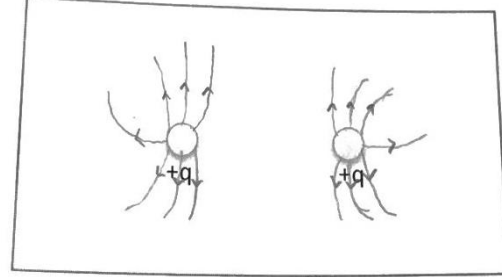
Her madde için doğru ve hatalı çizimler katılımcıların doğrudan alıntılarını içerecek şekilde örneklendirilerek verilmiştir.

ABYÇS kuralı için 2-A ve 2-B maddelerinde tüm çizimler doğru kabul edilmiştir. Ö22 kodlu öğretmen adayı, 2-A ve 2-B maddeleri için elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgilerini sık çizmiştir. Şekil 48, öğretmen adayının çizimlerini göstermektedir.

A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



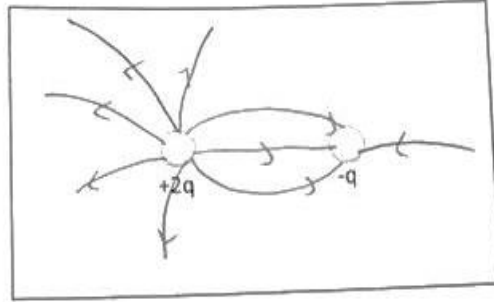
B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 48. Ö22 kodlu öğretmen adayının 2-A ve 2-B maddelerine ait çizimleri

2-C maddesinde 24 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 49, böyle bir çizimi göstermektedir.

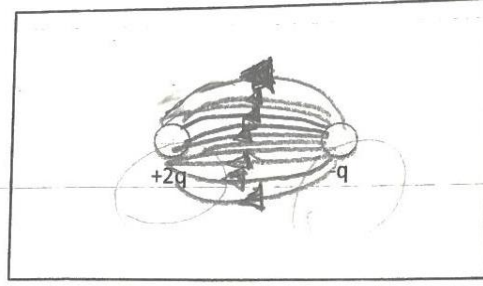
C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükler



Şekil 49. Ö2 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

2-C maddesi için 2 adet çizim hatalı kabul edilmiştir. Şekil 50’de öğretmen adayının çizimi görülmektedir.

C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



Şekil 50. Ö9 kodlu öğretmen adayının 2-C maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede çiziminin sebebinin şu şekilde ifade etmiştir:

Ö9: 'Elektrik alan çizgileri $-q$ ' dan $+2q$ 'ye doğru çizilmesi gerektiği için çizdim.'

Araştırmacı: 'Elektrik alanın büyüklüğü elektrik alan çizgilerini etkiler mi?'

Ö9: 'Yoğunluk olarak etkiler. Ancak çizimde gösterdiğim gibi çizilmesi yeterlidir. Başka çizime gerek yok.'

Öğretmen adayının açıklamasından ABYÇS kuralını bildiği ancak çizim üzerinde göstermede önemsemediği anlaşılmaktadır.

2-A, 2-B ve 2-C maddeleri, noktasal yükler için çizilen elektrik alan çizgilerinin ııısal olarak çizilmesi durumunun bu çizimlerdeki ABYÇS kuralını ölçmek için yeterli veri sunamamaktadır. Çünkü katılımcı noktasal yükler için alan çizgilerini yükten çıkacak ya da girecek şekilde çizdiğinde çizgiler alanın büyüklüğünün azaldığı yerde seyrekleşmesi kuralını kullanmış oluyorlar. Ancak buradan ABYÇS kuralı hakkında bilgi sahibi olup olmadıkların anlamak zordur. 3A-I ve 3B-I maddeleri bu kural hakkında veri toplamak için daha uygundur.

3A-I maddesinde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiş ve şeklin üzerine X, Y, Z noktaları yerleştirilmiştir. Bu noktalarda elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre

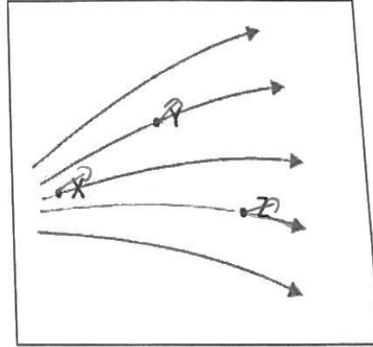
sıralamaları istenmiştir. 3A-I maddesinde 20 adet doğru sıralama yapılmıştır. Şekil 51, bu sıralamaya örnek olarak verilmiştir.

3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$X > Y > Z$$

- II. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini şekil üzerine çizerek gösteriniz.



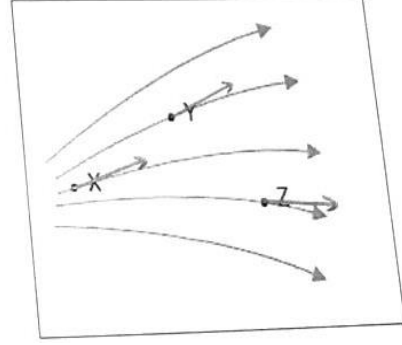
Şekil 51. Ö6 kodlu öğretmen adayının 3A-I maddesine ait yanıtı

Öğretmen adayı çizgilerin sıklığına göre noktalardaki elektrik alan vektörünün büyüklüklerini $X > Y > Z$ olacak şekilde sıraladığı açıkça görülmektedir.

3A-I maddesinde 5 adet hatalı sıralama görülmüştür. 2 öğretmen adayı bu maddeyi boş bırakmıştır. Hatalı sıralamalardan 3'ü $X=Y=Z$ şeklinde sıralama yaparken, 2'si ise $Y > X > Z$ şeklinde sıralama yaptıkları görülmüştür. Şekil 52, hatalı sıralamayı göstermektedir. Öğretmen adayı elektrik alan vektörlerini $X=Y=Z$ şeklinde sıralamıştır.

3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $X = Y = Z$
- II. X, Y ve Z noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 52. Ö21 kodlu öğretmen adayının 3A-I maddesine ait yanıtı

Öğretmen adayı yaptığı sıralamanın sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö21: ‘ $X=Y=Z$ dedim, çünkü elektrik alan çizgilerinin daha büyük olduğunu biliyorum. Noktalar birbirinden uzak verildiği için eşit sıralanır. Eğer ki, birbirlerine yakın verilseydi o zaman sıralama $X>Y=Z$ olması gerekirdi.’

Araştırmacı: ‘Neden bu şekilde sıralanırdı?’

Ö21: ‘X’ de çizgi daha sık olduğu için.’

Öğretmen adayının ilk yaptığı açıklama bilimsel modele uygun değildir. Ancak X noktasında elektrik alan çizgileri sık olduğu için elektrik alan vektörünün büyük olduğunu söylemiştir. Bu açıklaması ile ABYÇS kuralını bildiği fakat kendini ifade edemediği ve sıralamada hata yaptığı görülmektedir.

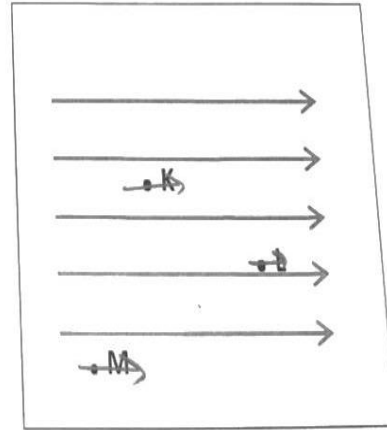
Öğretmen adaylarından $Y>X>Z$ şeklinde sıralama yapan Ö17 kodlu öğretmen adayı sıralamasının sebebini şu şekilde ifade etmiştir:

Ö17: ‘Noktaların yüksekliklerinden dolayı bu şekilde sıralama yaptım.’

Bu şekilde sıralama yapan öğretmen adaylarının noktaların bulundukları konumları anlamakta zorlandığı bu sebepten doğru sıralama yapamadıkları anlaşılmıştır.

3B-I maddesinde paralel çizilmiş elektrik alan çizgileri verilmiştir. Şeklin üzerine K, L, M noktaları yerleştirilmiştir ve elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralamaları istenmiştir. 3B-I maddesinde 13 adet doğru sıralama yapılmıştır. Şekil 53, böyle bir sıralamayı göstermektedir.

- B.
- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $K = L = M$
- II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 53. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3B-I maddesine ait yanıtı

Öğretmen adayı çizgilerin sıklığına göre elektrik alan vektörlerinin büyüklüklerini $K=L=M$ olacak şekilde sıralamıştır.

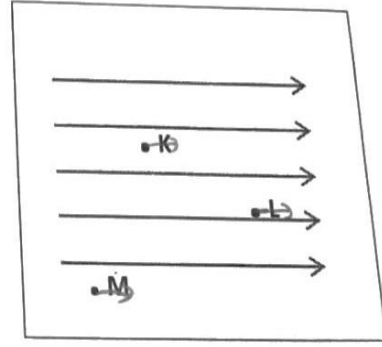
3B-I maddesinde 12 adet yanlış sıralama yapılmıştır ve bu maddeyi 2 öğretmen adayı boş bırakmıştır. Şekil 54, yanlış sıralamaya örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayı elektrik alan vektörlerinin büyüklüklerini $K>L>M$ olacak şekilde sıralamıştır.

B.

- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$L > L > M$$

- II. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 54. Ö6 kodlu öğretmen adayının 3B-I maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede sıralamasının sebebini şu şekilde ifade etmiştir:

Ö6: 'Çok emin değilim ama yüksekliklerinden dolayı K daha yukarıda olduğu için daha büyüktür diye düşünerek yazdım.'

Öğretmen adayı, elektrik alan vektörlerinin büyüklüklerini sıralarken noktaların bulunduğu konumdan etkilendiği anlaşılmaktadır. Elektrik alan vektörlerini sıralarken elektrik alan çizgilerinin sık veya seyrek olmasına dikkat etmediği, bunun yerine noktaların şekil üzerindeki konumuna göre sıralama yapmaya çalıştığı belirlenmiştir.

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin ABYÇS kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 9'da özetlenmiştir. Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.

Tablo 9.

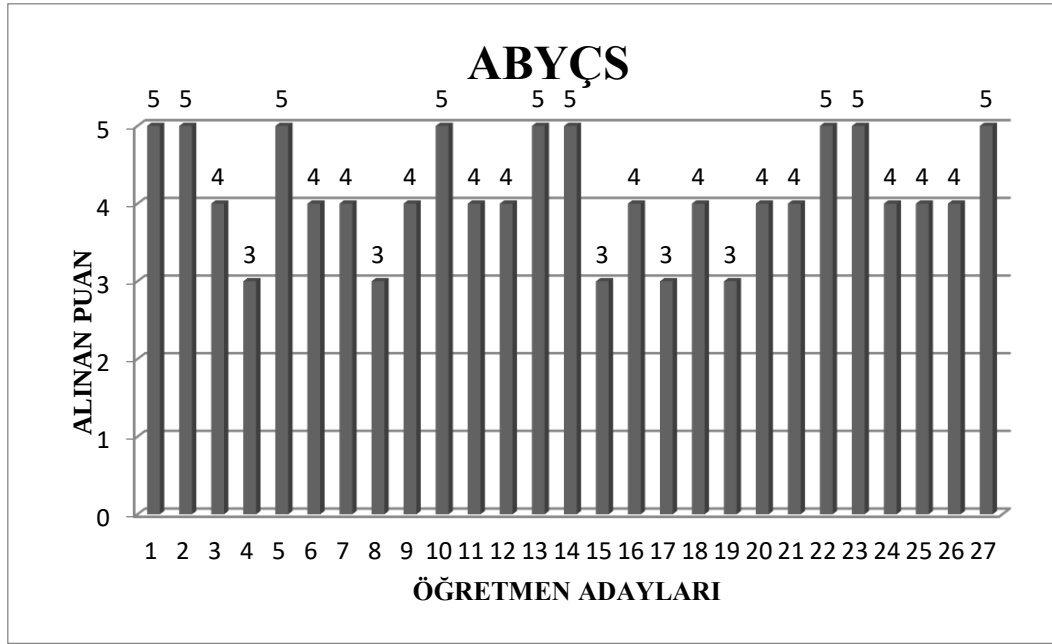
Katılımcıların ABYÇS kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

ABYÇS MADDELERİ						
Katılımcılar	2A	2B	2C	3AI	3BI	Katılımcı Toplam Puanları
Ö1	1	1	1	1	1	5
Ö2	1	1	1	1	1	5
Ö3	1	1	1	1	0	4
Ö4	1	1	1	0	0	3
Ö5	1	1	1	1	1	5
Ö6	1	1	1	1	0	4
Ö7	1	1	1	0	1	4
Ö8	1	1	0	1	0	3
Ö9	1	1	0	1	1	4
Ö10	1	1	1	1	1	5
Ö11	1	1	1	1	0	4
Ö12	1	1	1	1	0	4
Ö13	1	1	1	1	1	5
Ö14	1	1	1	1	1	5
Ö15	1	1	1	0	0	3
Ö16	1	1	1	1	0	4
Ö17	1	1	1	0	0	3
Ö18	1	1	1	1	0	4
Ö19	1	1	1	0	0	3
Ö20	1	1	1	1	0	4
Ö21	1	1	1	0	1	4
Ö22	1	1	1	1	1	5
Ö23	1	1	1	1	1	5
Ö24	1	1	1	1	0	4
Ö25	1	1	1	1	0	4
Ö26	1	1	1	0	1	4
Ö27	1	1	1	1	1	5
Madde Toplam Puanları	27	27	25	20	13	112

Öğretmen adayları en çok doğru yanıtı 2-A ve 2-B maddelerinde, en az yanıtı ise 3B-I maddesinde vermişlerdir. Araştırılan bu kuralda en az doğru yanıt 3B-I maddesinde verilmiştir.

ABYÇS kuralı için alınacak maksimum puan 135 iken katılımcıların toplam puanı 112 olmuştur ve başarı yüzdesi %83'tür.

Tablo 9'da verilen ve katılımcıların ABYÇS maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 55'te görülmektedir.



Şekil 55. Katılımcıların ABYÇS maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

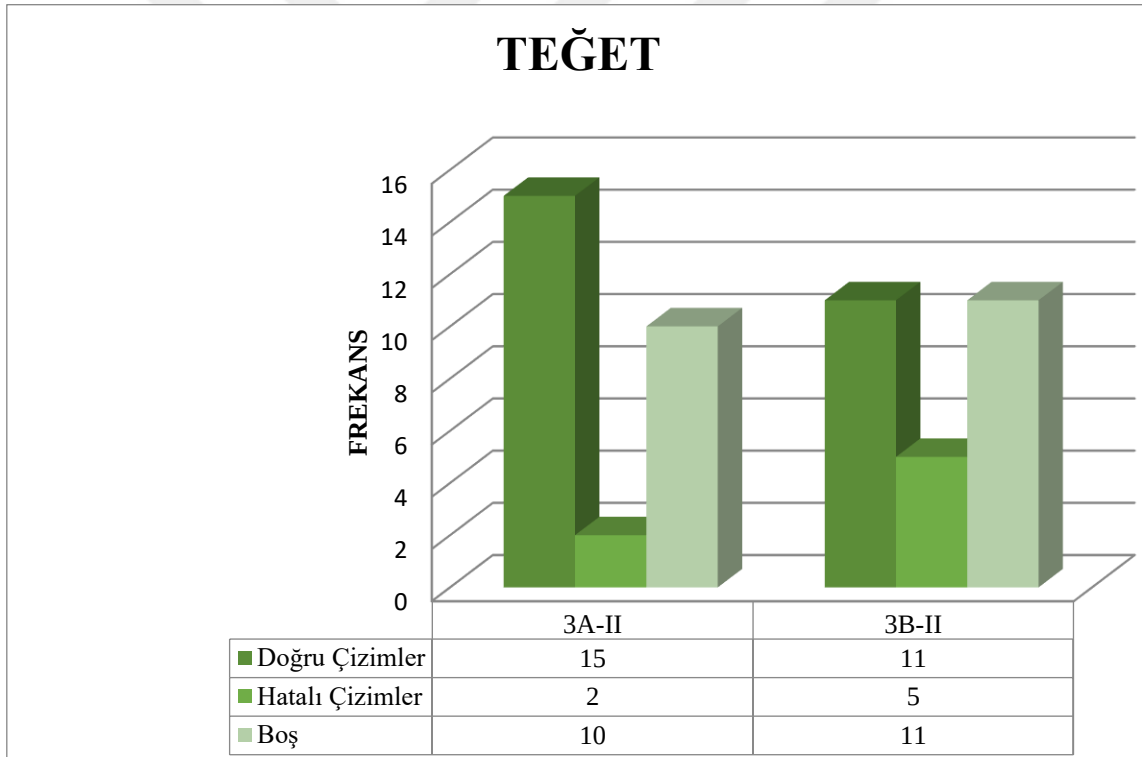
Şekil 55'ten 9 öğretmen adayının 5 maddeye de doğru cevap vererek 'Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgileri sık olacak şekilde çizilir.' kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir. ABYÇS kuralı için 13 öğretmen adayı 4 puan, 5 öğretmen adayı 3 puan almıştır.

Elektrik Alan Çizgilerine Herhangi Bir Noktadaki Teğet O Noktadaki Elektrik Alan Vektörünü Gösterir Kuralına Yönelik Bulgular (Kural 6 – T ve Y)

EAÇÖ’nde ‘Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğet, o noktadaki elektrik alanı vektörünü gösterir.’ kuralı Teğet ve Yön olarak iki kısımda incelenmiştir. Ölçekte Teğet ve Yön kuralları 3A-II ve 3B-II maddelerinde araştırılmıştır.

Teğet Kuralına Yönelik Bulgular

Teğet kuralını kısaltmak amacıyla T kodu kullanılmıştır. Bu kural için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının EAÇÖ maddelerine göre dağılımı Şekil 56’da verilmiştir.



Şekil 56. T kuralından alınan puanların maddelere göre dağılımı

Her madde için doğru ve hatalı çizimler katılımcıların doğrudan alıntılarını içerecek şekilde örneklendirilerek verilmiştir. T kuralı için en 3A-II ve 3B-II maddelerinin doğru sayıları birbirine yakın olduğu görülmektedir. 3A-II maddesinde çerçevenin içerisine çizilmiş

elektrik alan çizgileri ve X, Y, Z noktaları yerleştirilmiştir. Öğretmen adaylarından bu noktalara teğet olacak şekilde elektrik alan vektörlerini çizmeleri istenmiştir.

3A-II maddesi için adet 15 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 57, böyle bir çizimi göstermektedir. Öğretmen adayı, elektrik alan vektörlerini gösterirken noktalara teğet olacak şekilde çizdiği açıkça görülmektedir.

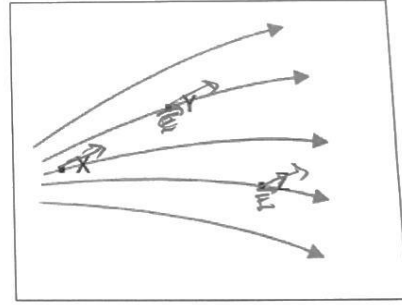
3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$\vec{E}_X > \vec{E}_Y > \vec{E}_Z$$

- II. X, Y ve Z noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.

$$\vec{E}_X > \vec{E}_Y > \vec{E}_Z$$



Şekil 57. Ö27 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi

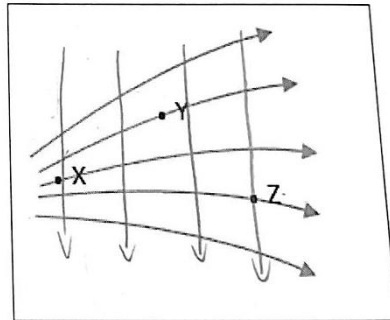
3A-II maddesinde 2 hatalı çizim yapılmıştır. Şekil 58, hatalı çizime örnek olarak verilmiştir. Ö19 kodlu öğretmen adayının şekil üzerinde elektrik alan çizgilerine dik olacak şekilde vektör çizdiği görülmektedir.

3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$Y > X > Z$$

- II. X, Y ve Z noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz. —



Şekil 58. Ö19 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı bu çizimin sebebini şu şekilde açıklamıştır:

Ö19: ‘*Elektrik alan çizgilerine dik olacak şekilde çizmek istedim.*’

Öğretmen adayının açıklamasına ve çizimlerine bakıldığında Y kuralını bilmediği anlaşılmaktadır.

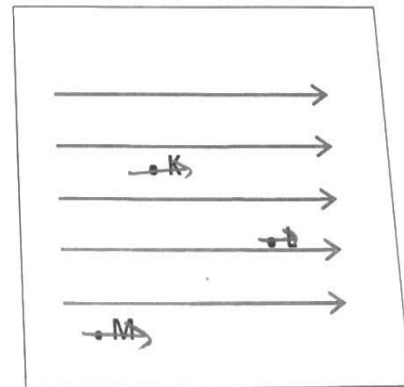
3A-II maddesinde 10 öğretmen adayı çizim yapmamıştır. Çizim yapmayan bir öğretmen adayı boş bırakmasının sebebini şu şekilde açıklamıştır:

Ö2: ‘*Soruda X, Y, Z noktalarının elektrik alan çizgilerindeki konumuna göre vektör sıralaması yaptım. Ancak bilmiyorum yazdığım yerlerde çizimleri hatırlayamadığım yerlerdi.*’

Öğretmen adayının X, Y ve Z noktalarında elektrik alan büyüklüklerini doğru olarak sıraladığı ancak ‘elektrik alan vektörü’ ifadesini bilmediği anlaşılmaktadır.

3B-II maddesinde çerçevenin içerisine çizilmiş elektrik alan çizgileri ve K, L, M noktaları yerleştirilmiştir. Öğretmen adaylarından bu noktalara teğet olacak şekilde elektrik alan vektörlerini çizmeleri istenmiştir. 3B-II maddesi için 11 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 59, böyle bir çizimi ifade etmektedir. Öğretmen adayı, elektrik alan vektörlerini bu noktalara teğet gelecek şekilde çizdiği açıkça görülmektedir.

- B.
- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $K = L = M$
- II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 59. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi

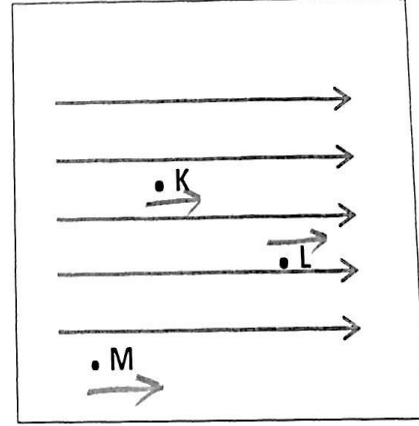
3B-II maddesinde 5 hatalı çizim yapılmıştır. Şekil 60, hatalı yapılan çizimlere örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayı, şekil üzerinde elektrik alan vektörleri çizmiş ancak bu vektörleri K, L ve M noktalarına değmeyecek şekilde yerleştirmiştir.

B.

- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$K=L=M$$

- II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 60. Ö26 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi

Öğretmen adayına çizimi sorulduğunda ise şu şekilde açıklama yapmıştır;

Ö26: ‘Elektrik alan çizgilerin yönü ile elektrik alan vektörlerin yönelim yönlerini aynı düşündüğümünden elektrik alan vektörlerini de elektrik alan çizgileriyle aynı yönlü çizdim.’

Araştırmacı: ‘Çizilen elektrik alan vektörlerinin K, L ve M noktalarına değmesi gerekiyor mu?’

Ö26: ‘Noktaların değmesi gerekmiyor.’

Öğretmen adayının elektrik alan vektörü ile ilgili bilgisinin yetersiz olduğu ve T kuralını bilmediği anlaşılmaktadır. 3B-II maddesini 11 öğretmen adayı boş bırakmıştır.

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin T kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 10’da özetlenmiştir. Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.

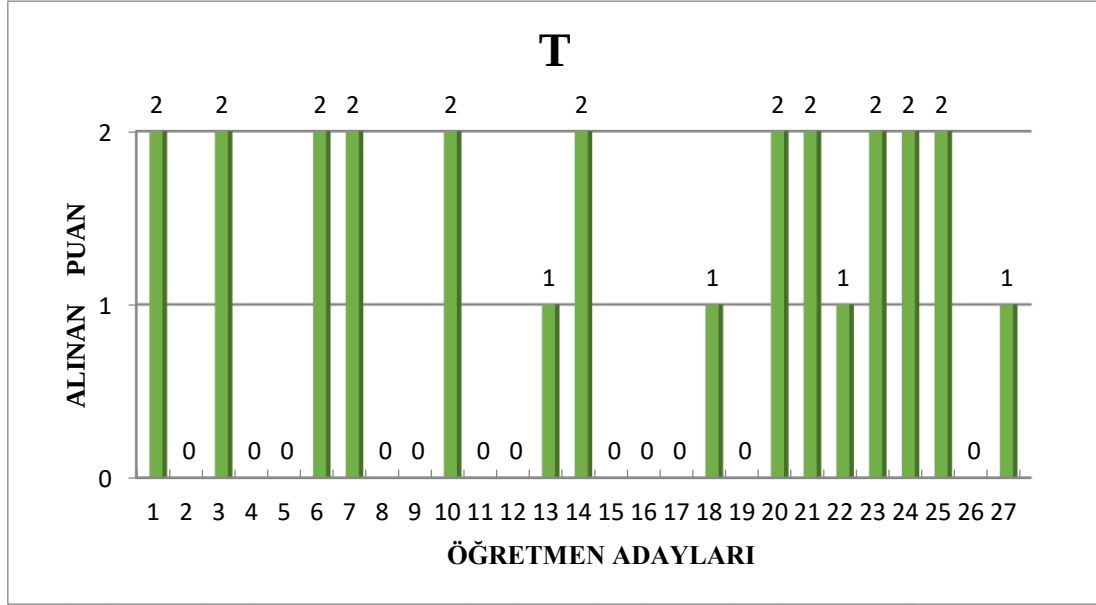
Tablo 10.

Katılımcıların T kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

Katılımcılar	T MADDELERİ		Katılımcı Toplam Puanları
	3A-II	3B-II	
Ö1	1	1	2
Ö2	0	0	0
Ö3	1	1	2
Ö4	0	0	0
Ö5	0	0	0
Ö6	1	1	2
Ö7	1	1	2
Ö8	0	0	0
Ö9	0	0	0
Ö10	1	1	2
Ö11	0	0	0
Ö12	0	0	0
Ö13	1	0	1
Ö14	1	1	2
Ö15	0	0	0
Ö16	0	0	0
Ö17	0	0	0
Ö18	1	0	1
Ö19	0	0	0
Ö20	1	1	2
Ö21	1	1	2
Ö22	1	0	1
Ö23	1	1	2
Ö24	1	1	2
Ö25	1	1	2
Ö26	0	0	0
Ö27	1	0	1
Madde Toplam Puanları	15	11	26

Ölçekten T kuralı için alınacak maksimum puan 54 iken, katılımcıların toplam puanı 26 olmuştur ve başarı yüzdesi %48'dir.

Tablo 10'da verilen ve katılımcıların T maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 61'de görülmektedir.

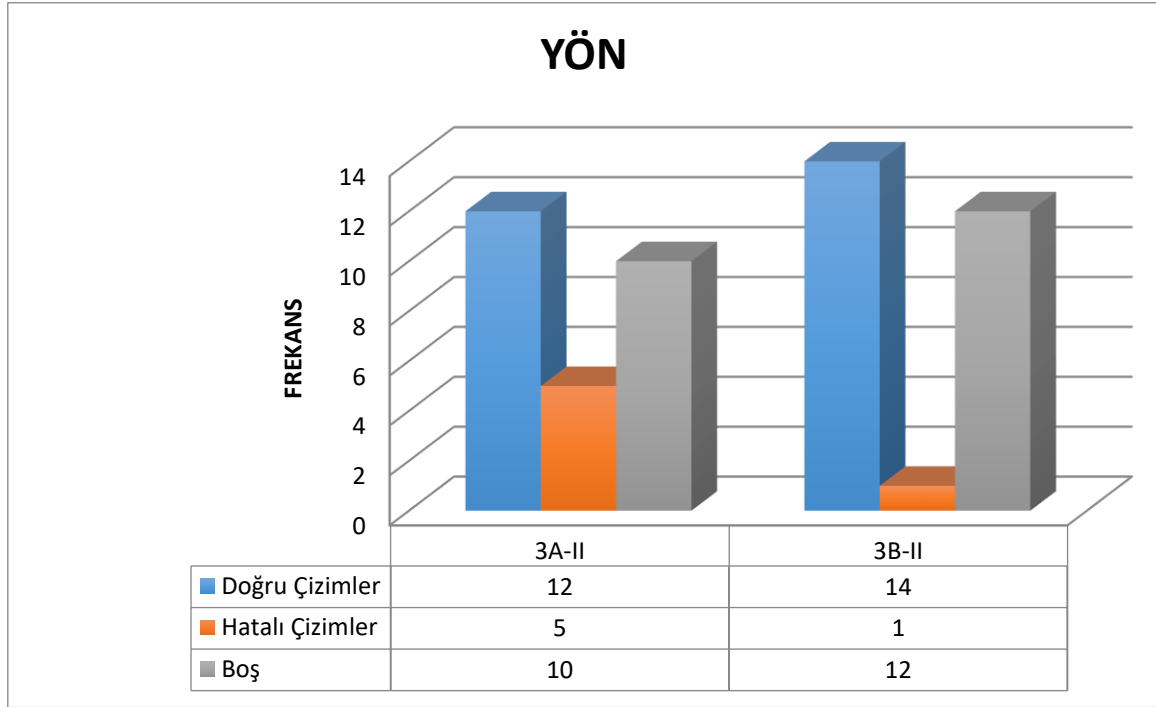


Şekil 61. Katılımcıların T maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 61’den 11 öğretmen adayının 2 maddeye de doğru cevap vererek ‘Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğet, o noktadaki elektrik alanı gösterir.’ kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir. 4 öğretmen adayı 1 puan ve 12 öğretmen adayı ise 0 puan almıştır.

Yön Kuralına Yönelik Bulgular

Yön kuralını kısaltmak amacıyla Y kodu kullanılmıştır. Bu kural için öğretmen adaylarının çizimlerinin doğru, hatalı ve boş sayılarının EAÇÖ maddelerine göre dağılımı Şekil 62’de verilmiştir.



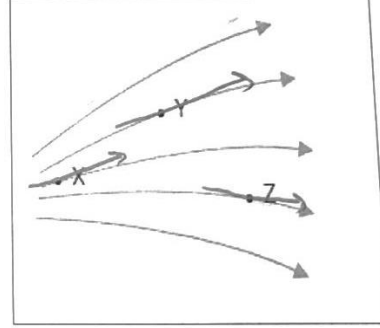
Şekil 62. Katılımcıların Y maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

3A-II maddesinde elektrik alan çizgilerinin üzerinde verilmiş olan noktalara, elektrik alan vektörleri çizilmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarından bu noktalardaki elektrik alan çizgilerine, elektrik alan vektörünü aynı yönde olacak şekilde çizilmesi beklenmektedir.

3A-II maddesi için 12 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 63, doğru çizime örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayı verilen noktalara elektrik alan vektörlerini, elektrik alan çizgileri ile aynı yönlü çizdiği açıkça görülmektedir.

3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $X > Y > Z$
- II. X, Y ve Z noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



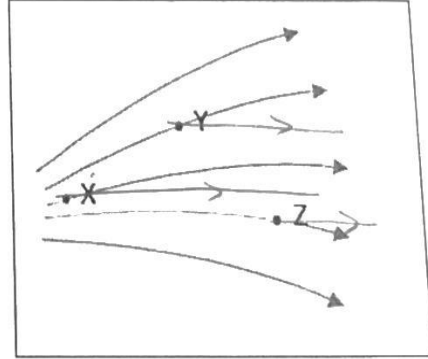
Şekil 63. Ö10 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi

3A-II maddesinde 5 adet hatalı çizim yapılmıştır. Öğretmen adayları elektrik alan çizgilerini dikkate almadan bu noktalara elektrik alan vektörleri çizmişlerdir. Şekil 64, böyle bir çizimi göstermektedir. Ö3 kodlu öğretmen adayı, elektrik alan vektörlerini elektrik alan çizgileri ile aynı yönlü çizmemiştir.

- A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

$$X > Y > Z$$

- II. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 64. Ö3 kodlu öğretmen adayının 3A-II maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı çiziminin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö3: ‘Levhayla elektrik alan çizgilerine dik ve paralel olması gerektiğini düşündüğüm için böyle çizdim.’

Öğretmen adayının Y kuralı için eksik bilgiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

3A-II maddesini, 10 öğretmen adayı boş bırakmıştır. Bu maddeyi boş bırakan Ö5 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları, yapılan görüşmelerde şu şekilde ifadeler kullanmıştır:

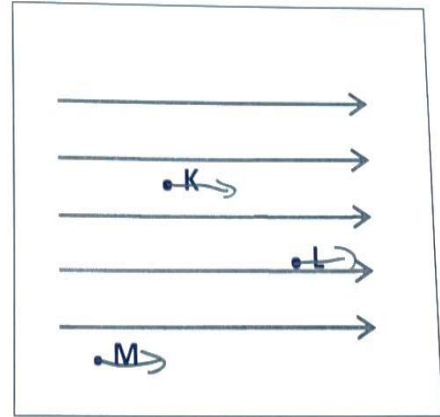
Ö5: ‘Elektrik alan vektörlerini anlayamadım. O yüzden bilmiyorum yazdım.’

Ö9: ‘Elektrik alan vektöründen kastı anlamadım. Şekil üzerinde nasıl göstereceğimi bilemedim. Birkaç bir şey bilseydim mutlaka açıklama yapardım.’

Öğretmen adaylarının çoğu elektrik alan vektörünü bilmedikleri görülmektedir.

3B-II maddesi için 14 adet doğru çizim yapılmıştır. Şekil 65, 3B-II maddesi için doğru çizime örnek olarak verilmiştir. Öğretmen adayı elektrik alan çizgileri ile elektrik alan vektörlerini aynı yönlü çizdiği açıkça görülmektedir.

- B.
- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $K > L > M$
- II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 65. Ö25 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizim

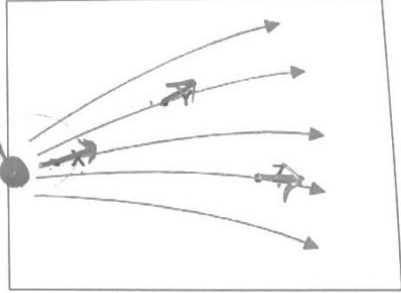
Ö14 kodlu öğretmen adayı bu iki madde de T ve Y kuralına uygun çizimler yapmıştır. Öğretmen adayı 3A-II ve 3B-II maddelerine ekstra çizimler yapmıştır. 3A-II maddesinde elektrik alan vektörlerini çizerken başlangıç yerine +q yükü çizmiştir. 3B-II maddesinde ise

paralel çizilmiş elektrik alan çizgilerinin sağına ve soluna dik levhalar yerleştirerek pozitif ve negatif yükler çizmiştir. Şekil 66, öğretmen adayının çizimlerini göstermektedir.

3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki soruları cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

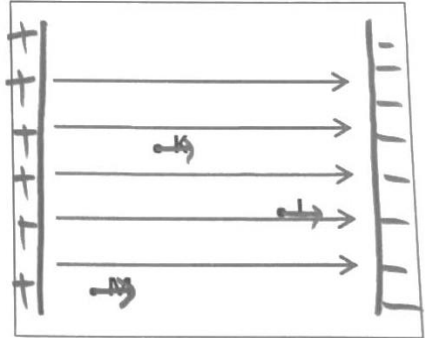
A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
 $X > Y > Z$

II. X, Y ve Z noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



B. I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
 $K = L = M$

II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 66. Ö14 kodlu öğretmen adayının 3A-II ve 3B-II maddelerine ait çizimleri

Öğretmen adayı çizimlerinin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö14: ‘3A-II maddesinde alan oluşturması için bir kaynak olması gerektiğini düşündüm. Çizgiler yükü çizdiğim noktadan uzaklaşıyor gibi görüldüğü için oraya pozitif yüklü bir parçacık çizme gereği duydum.’

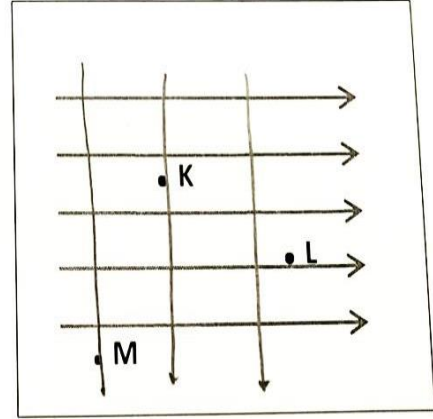
Öğretmen adayı, elektrik alan çizgilerinin başlangıç noktası olması gerektiğini ifade etmiştir.

Ö14: ‘3B-II maddesinde ise alan yönelimini görünce kaynak belirtmek ya da bir çeşit başlangıç ve bitiş tanımlamak istedim. Bu yüzden levhalar çizdim.’

Öğretmen adayının, yük olmadan elektrik alanın olmayacağını, elektrik alanın bir başlangıç ve bitiş noktası olması gerektiğini düşünmektedir.

3B-II maddesini 12 öğretmen adayı boş bırakmıştır ve bu maddede 1 adet hatalı çizime rastlanmıştır. Şekil 54, hatalı çizimi göstermektedir. Ö17 kodlu öğretmen adayının şekil üzerinde elektrik alan çizgilerine dik olacak şekilde dört tane vektör çizdiği görülmektedir.

- B.
- I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.
- $K > L > M$
- II. K, L ve M noktalarındaki “elektrik alan vektörlerini” şekil üzerine çizerek gösteriniz.



Şekil 67. Ö17 kodlu öğretmen adayının 3B-II maddesine ait çizimi

Öğretmen adayı çizimin sebebi olarak şu ifadeleri kullanmıştır:

Ö17: ‘Çünkü eş potansiyel yüzeylerde yüksek olandan düşük olana doğru oluyordu. Eş potansiyel yüzeyler olarak düşündüm. Dik çizmeye çalıştım, elektrik alan çizgilerini de yönü de bu şekilde çizdim. Eş potansiyel yüzey olarak düşündüm. Çizimi de ona göre yaptım.’

Öğretmen adayının Y kuralını bilmediği ve eşpotansiyel çizgiler ile karıştırdığı anlaşılmaktadır. Ancak eşpotansiyel çizgileri vektör olarak göstermesi de konu hakkındaki bilgilerinin yetersiz olduğunu, bu sebepten çizimde istenilenin ne olduğunu anlamadığını göstermektedir.

Katılımcıların, elektrik alan çizgilerinin Y kuralının ölçüldüğü maddelerden aldıkları puanların dağılımı ve her bir katılımcının aldığı toplam puanlar Tablo 11’de özetlenmiştir.

Bu tablo maddelerin toplam puanlarını karşılaştırma açısından da yararlı olacaktır.

Tablo 11.

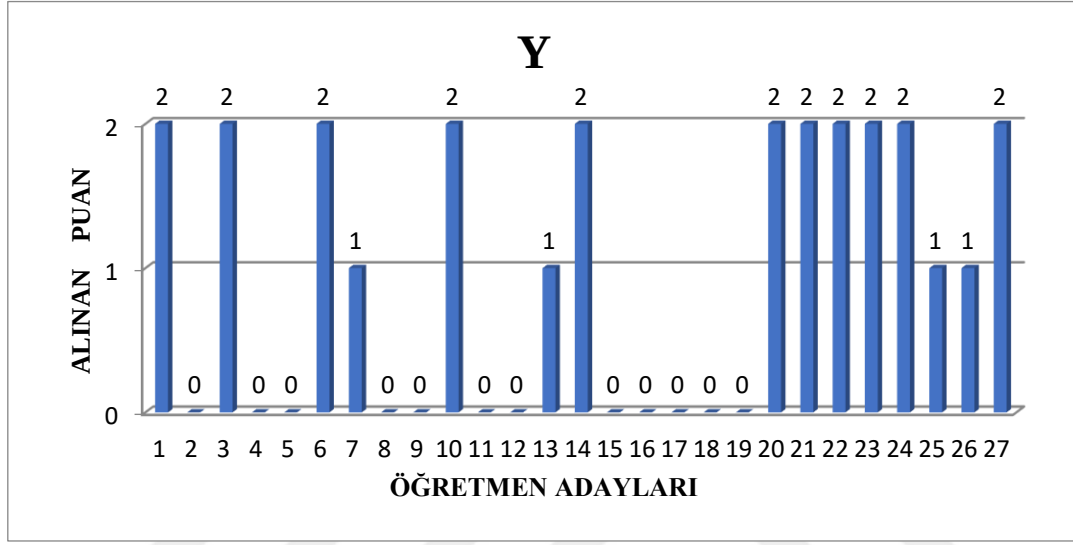
Katılımcıların Y kuralı için aldıkları puanların ölçek maddelerine göre dağılımı ve toplam puanlar

Katılımcılar	Y MADDELERİ		Katılımcı Toplam Puanları
	3A-II	3B-II	
Ö1	1	1	2
Ö2	0	0	0
Ö3	1	1	2
Ö4	0	0	0
Ö5	0	0	0
Ö6	1	1	2
Ö7	0	1	1
Ö8	0	0	0
Ö9	0	0	0
Ö10	1	1	2
Ö11	0	0	0
Ö12	0	0	0
Ö13	1	0	1
Ö14	1	1	2
Ö15	0	0	0
Ö16	0	0	0
Ö17	0	0	0
Ö18	0	0	0
Ö19	0	0	0
Ö20	1	1	2
Ö21	1	1	2
Ö22	1	1	2
Ö23	1	1	2
Ö24	1	1	2
Ö25	0	1	1
Ö26	0	1	1
Ö27	1	1	2
Madde Toplam Puanları	12	14	26

Y kuralı için alınacak maksimum puan 54 iken katılımcıların toplam puanı 26 olmuştur ve başarı yüzdesi %48'dir.

Maddelerin toplam puanları için 3A-II ve 3B-II maddesi karşılaştırıldığında doğru yanıt sayılarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Y kuralı için öğretmen adaylarının 2 maddeyi de çok fazla boş bıraktıkları tespit edilmiştir.

Tablo 11’de verilen ve katılımcıların Y maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı Şekil 68’de görülmektedir.



Şekil 68. Katılımcıların Y maddelerinden aldıkları toplam puanların dağılımı

Şekil 68’den 11 öğretmen adayının 2 maddeye de doğru cevap vererek ‘Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğet, o noktadaki elektrik alanın yönünü gösterir.’ kuralına uygun çizimler yaptıkları görülmektedir. 4 öğretmen adayı 1 puan ve 12 öğretmen adayı ise 0 puan almıştır.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar

Yapılan bu çalışma, fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgi düzeylerini çizim yöntemi ile araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma, altı alt problem durumunda incelenmiştir. 1. alt problemde “*Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?*” şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. Bu alt problem için öğretmen adaylarının %84 başarı elde ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının PYÇ kuralı için aynı işaretli olarak verilen yük sisteminde çizim yaparken zorlanmadıkları, zıt işaretli olarak verilen yük sisteminde ise elektrik alan çizgilerini çizmede az da olsa zorlandıkları belirlenmiştir. Genel itibarıyla öğretmen adaylarının PYÇ kuralını bildikleri fakat çizim yaparken hata yaptıkları görülmüştür. Taşkın ve Yavaş (2020) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarına pozitif yüklü içi boş iletken cisim vermişler ve şekil üzerinde elektrik alan çizgilerini çizmelerini istemişlerdir. Ancak bazı öğretmen adayının elektrik alan çizgilerinin yönünü hatalı çizdiklerini tespit etmişlerdir.

2. alt problemde ‘*Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin negatif yüke girecek şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?*’ şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. Öğretmen adayları bu kuralda %80 başarıya ulaşmışlardır. NYG kuralın da 2 öğretmen adayının çizimi (Şekil 17) dikkat çekmektedir. Öğretmen

adayları çizimlerinde elektrik alan çizgilerini bir yerden girip, bir yerden çıkıyormuş gibi çizmişlerdir. Yaptıkları açıklamalarda da elektrik alanın yük sistemini terk ettiğini açıklamışlardır. Öğretmen adaylarının bilgi eksikliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. NYG kuralı için verilen maddelerde hatalı çizim yapan öğretmen adaylarına çizimlerinin nedenleri sorulduğunda ise noktasal yüklere elektrik alan çizgilerinin negatif yükten çıkacak şekilde çizilmesi gerektiğini söyledikleri için hatalı bilgiye sahip oldukları anlaşılmaktadır. Araştırma bulgusuna benzer olarak Karal ve Uzun (2018) yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarından iki pozitif noktasal yüklerin üzerinde elektrik alan çizgilerini göstermeleri istemişlerdir. Ancak öğretmen adayları pozitif yüklerin birbirini itirmesi gerektiğini düşünmeden elektrik alan çizgilerini bir pozitif yükten diğer pozitif yüke olacak şekilde çizdiklerini ve kuralı bilmediklerini tespit etmişlerdir.

Ayrıca bulgulara paralel olarak öğrencilerin elektrik alan çizgilerinin yönlerini yanlış yorumladıklarını belirten başka çalışmaların olduğu görülmüştür. (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2019; Dinçer, 2018; Furió, & Guisasola, 1998; Garza & Zavala, 2010; Garza & Zavala, 2013).

3. alt problemde '*Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgileri birbirini kesmeyecek şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?*' şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. Araştırma verilerine göre ÇK kuralı en çok doğru çizim yapılan kuraldır ve %91 oranında yüksek başarı elde edilmiştir. Bu kural için hatalı çizim yapan öğretmen adayları ile yapılan görüşmede, ÇK kuralını bildikleri ancak çizim yapmakta zorlandıkları anlaşılmıştır. Bu bulgulara benzer olarak Karal ve Uzun (2018) çalışmalarında, öğretmen adaylarının elektrik alan çizim kurallarını doğru şekilde ifade ettiklerini ancak çizim sorularında hatalı yaptıklarını tespit etmişlerdir. Campos, Zavala, Zuza ve Guisasola (2019) yaptıkları çalışma da bazı öğrencilerin elektrik alan çizgilerini kesiştirerek çizdiklerini görmüşlerdir.

4. alt problemde '*Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin sıklığı yük miktarı ile orantılı olacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir*' şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde ÇSO kuralın da %63 gibi düşük bir başarı elde ettikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarına verilen eşit ve zıt yüklü, eşit ve aynı cins yükler verildiğinde doğru çizim sayısının fazla, farklı büyüklüklerde ve zıt yüklü noktasal elektrik yükleri verildiğinde (2-C maddesi) ise az sayıda doğru çizim yapıldığı belirlenmiştir. Bu fazla hatalı çizimlerin sebebi olarak; yüklerin farklı büyüklüklerde ($2q$ ve q yükleri) ve farklı işaretlerde (pozitif ve negatif) verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çoğu öğretmen adayı çiziminde yük büyüklüklerini dikkate almadan elektrik alan çizgileri çizmiştir. Öğretmen adaylarının birden çok değişkene göre yorumlayarak çizimler yapmaya çalışmaları doğru çizimlerin ortaya çıkmasını güçleştirdiği düşünülmektedir. Araştırmanın bu bulgusuna benzer şekilde Goswami ve Parida (2015) yaptıkları çalışmada, öğrencilere $+q$ ve $+4q$ büyüklüğünde yükler verip elektrik alan çizgilerini göstermelerini istemişlerdir. Ancak öğrencilerin her bir yükten çıkan elektrik alan çizgilerinin sayılarını yük miktarları ile orantılı çizimleri gerektiğini anlamadıklarını görmüşlerdir. Araştırma bulguları ile benzer bulgulara sahip çalışmalar yapılmıştır (Garza & Zavala, 2010; Taşkın & Yavaş, 2019;).

5. alt problemde '*Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerinin sıklığı, elektrik alanın büyüklüğü ile doğru orantılı olacak şekilde çizilir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?*' şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. EAÇÖ'nden elde edilen verilere göre ABYÇS kuralın da öğretmen adaylarının %83 oranında başarı sağladıkları belirlenmiştir. Bu kural elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgilerinin sık çizildiğini belirtirken, öğretmen adaylarının bazıları elektrik alanın büyüklüğünü çizgilerin sıklığına bakmadan verilen noktaların konumlarına göre sıralamışlardır. Bu da öğretmen adaylarının çoğunluğunun ABYÇS kuralını bilmediği göstermektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında öğrencilerin de elektrik alan çizgilerinin yoğunluğu ile büyüklüğünü yorumlarken zorluk çektikleri belirtilmiştir (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola, 2020).

6. alt problemde ‘Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğetin, elektrik alanın o noktadaki yönünü verir kuralına yönelik bilgilerinin çizimlerdeki durumu nedir?’ şeklinde ifade edilen sorunun cevapları aranmıştır. Bu alt problem, teğet ve yön kuralı olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Öğretmen adaylarının en az “Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğetin, elektrik alanın o noktadaki yönünü vermesi” kuralının bilindiği ve başarı seviyesinin %48 olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından, T kuralı için katılımcıların yarısından fazlasının maddeleri boş bıraktığı ve hatalı çizim yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu 3B-II ve 3A-II maddelerinde elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre doğru sıraladığı ancak elektrik alan vektörlerini şekil üzerinde gösterirken teğet kuralını dikkate almadan çizim yaptıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının aynı maddelerde ölçülen Y kuralı için başarı seviyesinin %48 olduğu belirlenmiştir. Çoğu öğretmen adayı ise şekil üzerinde nasıl göstereceklerini bilemedikleri için bu maddeleri boş bırakmışlardır. Öğretmen adaylarının oldukça zorlanmaları ‘elektrik alan vektörü’ kavramını bilmedikleri, soyut kavramları çizerken oldukça zorlandıkları, vektör kavramına aşina olmadıkları göstermektedir. Çalışmadan elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu ve literatüre bakıldığında da öğrencilerin vektör kavramını anlamakta zorluk çektiklerini söyleyen çalışmaların olduğu görülmektedir (Campos, Zavala, Zuza & Guisasola 2020; Taşkın & Yavaş, 2019; Taşkın & Yavaş, 2020). Goswami ve Parida (2015) çalışmalarında öğrencilerin, alan çizgilerinin elektrik alan vektörlerinin yönü tarafından yönlendirilen hayali bir çizgi olmasını bilinmediklerini dile getirmişlerdir. Literatürde öğrencilerin vektör kavramlarında sıkıntı yaşamalarının ve hata yapmalarının sebebi olarak elektrik alan temsillerinin gösteriminden kaynaklandığını belirtmişlerdir (Campos & Guisasola, 2017; Garza & Zavala, 2013; Zavala).

Öğretmen adaylarından bazılarının çizimleri dikkat çekmektedir. Öğretmen adayları 3A-II maddesinde verilen elektrik alan çizgilerinin başına $+q$ yükü çizdikleri görülmüştür. Açıklamalarında ise yük kaynağını belirtmek istediklerini ifade etmişlerdir. Bu çizimden

öğretmen adaylarının yük olmadan elektrik alan çizgilerinin olmayacağı düşündükleri görülmektedir. Bu bulguya benzer olarak Taşkın ve Yavaş (2020), öğretmen adaylarının elektrik alanın ok gösterimi yapılması için başka bir yüke daha ihtiyaç duyduklarını, bunun da elektrik alanın kaynağı olarak yükü algıladıklarını ve yükün olmadığı noktada elektrik alanın olmayacağını düşündüklerini açıklamışlardır. Bu bulgu ile benzer olarak öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerini herhangi bir yerde başlayıp bitebileceğini düşünmeleri literatürde kavram yanılgısı olarak geçmektedir (Güneş vd., 2017, s. 135). Kavram yanılgılarının ortaya çıkarmasında çizim yönteminin, güçlü bir etkisinin olduğu belirten çalışmaların olduğu görülmüştür (Köse, 2008; Uzunkavak, 2009b).

Chabay ve Sherwood, (2006) yaptıkları çalışmalarında öğrencilerin elektrik alan kavramını öğrenebilmesi için geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmaması gerektiğini dile getirmişlerdir. Campos ve Zavala (2017) yaptıkları çalışmada öğrencilerin elektrik alan çizgilerinin daha çok araştırılması gerektiğini dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının elektrik alan, vektör gibi kavramları iyi anlamaları oldukça önemlidir. Eğer ki bu kavramlar anlaşılmaz ise elektrik alan konusundan sonra işlenen manyetik alan gibi konuların anlaşılmasının da zorlaşacağı ön görülmektedir.

Öneriler

- Pandemi nedeniyle bu çalışmadaki görüşmeler sınırlı olarak yapılmıştır. Katılımcılarla çizimleri hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde etmek üzere görüşmeler yapılabilir.
- Fizik öğretmen adayları mezun olduklarında ders verirken çizim kullanmak durumunda olduklarından çizimler konusundaki bilgilerinin geliştirilmesi sağlanmalı. Örneğin sınavlarda çizim içeren sorular sorulabilir.
- Elektrik alan konusu yerine soyut olan başka konularda da çizim yöntemiyle çalışmalar yapılabilir.

- Öğretmen adayları grubu yerine lise düzeyindeki öğrenciler üzerinde araştırmalar yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Anagün, Ş. S., & Duban, N. (Ed.). (2014). *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara: Anı.
- Akdeniz, A. R., Bektaş, U., & Yiğit, N. (2000). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 19. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7819/102734> sayfasından erişilmiştir.
- Akyol, D. (2009). *Fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Alev, N., & Karal, I. S. (2013). Fizik öğretmenlerinin elektrik ve manyetizma konularına ilişkin pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 88-108. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mersinefd/issue/17383/181572?publisher=mersin>; sayfasından erişilmiştir.
- Arastaman, G., Öztürk-Fidan, İ., & Fidan, T. (2018). Nitel araştırmada geçerlik ve güvenirlik: kuramsal bir inceleme. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 37-75. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2018.61>

- Artun, H., & Özsevgeç, T. (2014). 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 259 – 285. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/1731/21234> sayfasından erişilmiştir.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması (çizimler ve açıklamalar yoluyla yaratıcı düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tebd/issue/26114/275127> sayfasından erişilmiştir.
- Aytekin, A. (2011). *Fizik eğitiminde elektrik ve manyetizmada konularının öğretiminde kullanılan model ve benzetmelerden tespiti*. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., Atik, A., Birsen-Keleş, C., & Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: hücre konusu örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 175-188. <http://dx.doi.org/10.14582/DUZGEF.711>
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (2) , 368-388. <http://dx.doi.org/10.31592/aeusbed.598299>
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deuhfed/issue/46796/586804> sayfasından erişilmiştir.
- Berber, N. C., & Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 88-97. <http://dergisosyalbil.selcuk.edu.tr/susbed/article/view/309> sayfasından erişilmiştir.

- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bozdemir-Yüzbaşıoğlu, H., & Sarıkaya, R. (2019). Mikroskobik canlılar konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin zihinsel model gelişimine etkisi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(2), 357-384. <http://dx.doi.org/10.23863/kalem.2019.131>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Campos, E., & Zavala, G. (2017). A look into students interpretation of electric field lines. *Handbook of Research on Driving STEM Learning With Educational Technologies*. 342-364. <http://hdl.handle.net/11285/632839> sayfasından erişilmiştir.
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2019). Electric field lines: the implications of students' interpretation on their understanding of the concept of electric field and of the superposition principle. *American Journal of Physics*, 87, 660-667. <http://dx.doi.org/10.1119/1.5100588>
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2020). Students' understanding of the concept of the electric field through conversions of multiple representations. *Physical Review Physics Education Research*, 16. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010135>
- Cao, Y., & Brizuela, B. (2016). High school students' representations and understandings of electric fields. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2) 1-19. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020102>

- Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J. (2001). The nature and structure of scientific models, *NCISLA • Wisconsin Center for Education Research School of Education*, University of Wisconsin–Madison.
- Chabay, R., & Sherwood, B. (2006). Restructuring the introductory electricity and magnetism course. *American Journal of Physics*, 74, 329–336. <http://dx.doi.org/10.1119/1.2165249>
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. (M. Bütün, S. B. Demir, Çev.) Ankara: Siyasal.
- Çalık, M., Ayas, A., & Ünal, S. (2006). Çözünme kavramlarıyla ilgili öğrenci kavramlarının tespiti: bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tebd/issue/26119/275161> sayfasından erişilmiştir.
- Çelik, H., Pektaş, H., & Demirbaş, M. (2012). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin elektrik devrelerini kurma ve şematize etme durumlarının incelenmesi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 35, 85-103. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruaebd/issue/375/2215> sayfasından erişilmiştir.
- Çelikler, D., & Harman, G. (2015). Fen bilgisi öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili zihinsel modellerinin analizi. *Mustafa Kemal University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 12 (32), 433-449. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19578/208989> sayfasından erişilmiştir.
- Çelikler, D., & Kara, F. (2012). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının periyodik çizelge konusundaki bilgilerinin çizim yoluyla saptanması. *Journal of Research in Education and Teaching*, 1(3).

- Çıbık, S. A. (2017). Determining science teacher candidates academic knowledge and misconceptions about electric current. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17 (3), 1061–1090. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2017.3.0530>
- Çıldır, I., & Şen, A. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritasıyla belirlenmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(30), 92 – 101. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7806/102369> sayfasından erişilmiştir.
- Çoban Ünal, G., & Kaya Şengören, S. (2009). Fizik öğretmen adaylarının gölge konusundaki zihinsel modelleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deubefd/issue/25439/268413> sayfasından erişilmiştir.
- Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). The analysis of the mental models of students in grade-7 regarding atom concept. *Elementary Education Online*, 11(2), 452-471. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/issue/8589/106746> sayfasından erişilmiştir.
- Devetak, I., & Glažar, S. A. (2010). The influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicrorepresentations achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690903150609>
- Demirci, N., & Çirkinoğlu, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2).
- Dinçer, T. (2018). *Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve manyetik alan ile ilgili zihinsel modelleri*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Durmuş, T. (2017). *İlköğretim 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin erime, donma ve buharlaşma kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- Durukan, Ü. G. (2019). *Elektrik akım konusuna yönelik tasarlanan adidaktik öğrenme ortamlarının lisans öğrencilerinin zihinsel modellerinin gelişimine etkisi*. Doktora Tezi, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Ergin, İ., Özcan, Ö., & Sarı, M. (2011). Ortaöğretim fen öğretmenlerinin bilimsel model ve modellemeler hakkındaki görüşleri. *Education Sciences*, 6(3). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaedu/issue/19819/212062> sayfasından erişilmiştir.
- Eryılmaz Muştu, Ö., & Ucer, S. (2018). Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilgi seviyelerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 202-216.
- Fishbane, P., Gasiorowicz, S., & Thornton, S.T. (1996). Physics for scientists and engineers, extended version, second edition, *Prentice Hall*, INC.
- Furio-Mas, C., & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82 (4) 511-526. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:43.3.CO;2-#](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:43.3.CO;2-#)
- Galano, S., Colantonio, A., Leccia, S., Puddu, E., Testa, I., & Marzoli, I. (2018). Developing the use of visual representations to explain basic astronomy phenomena. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 14. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010145>
- Garza, A., & Zavala, G. (2010). Electric field concept: effect of the context and the type of questions. *Physics Education Research Conference*, 1289, 145-148.

- Garza, A., & Zavala, G. (2013). Contrasting students' understanding of electric field and electric force. *American Institute of Physics Conference Proceedings*, 1513, 142-145. <http://dx.doi.org/10.1063/1.4789672>.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, part 1: horses for courses?. *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069980200106>
- Goswami, M., & Parida, B.K., 2015. Exploring students' thought processes involved in the interpretation of electric field lines. *EpiSTEME 6: Emerging Computational Media and Science Education*, 15-18 December, TIFR, Mumbai.
- Gökçe, C. (2018). *Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerinin ve anlama düzeylerinin çizimlerle belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Görece Baybars, M. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının metallerin elektrik iletkenliği ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 36-47. <http://dx.doi.org/10.17244/eku.328952>
- Görece Baybars, M., & Çil, M. (2019). Ortaokul öğrencilerinin güneş sistemi ile ilgili zihinsel modelleri. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (Eğitim & Psikoloji)*, 7, 37-46.
- Gülçiçek, Ç., & Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29(134), 36-48.
- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.

- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1).
- Güneş, B. (Ed.). (2017). *Fizikte kavram yanlışları doğru bilinen yanlışlardan yanlış bilinen doğrulara*. Ankara: Palme.
- Harman, G., & Çökelez, A. (2016). 5. Sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili zihinsel modelleri. *Turkish Studies*, 11(3). <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.9281>.
- Harrison, A., & Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- <https://www.researchgate.net/publication/240526585> sayfasından erişilmiştir.
- İyibil, Ü., & Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Kara, İ., Erduran Avcı, D., & Çekbaş, Y. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerinin araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 0(16), 46 – 57.
- Karagöz, Ö., & Sağlam Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1).
- Karakuyu, Y., & Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 867 -890.
- Karal I. S., Alev, N., & Yiğit, N. (2009). Öğretmen adaylarının elektrikte alan bilgisi. *Journal of New World Sciences Academy*, 4(4) 1450-1467.
- Karal, I. S., & Uzun, S. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının elektriksel alan tasvirleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 481-505.

- Kibble, B. (1999). How do you picture electricity?. *Physics Education*, 34(4), 226.
<http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/34/4/310>
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3 (2), 283-293.
- Kurnaz, M., & Değermenci, A. (2012). 7. Sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150.
- Kurnaz, M., A., Tarakçı, F., Aydın, A., & Pektaş, M. (2013). Elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4).
- Kurt, H., & Ekici, G. (2013a). Biyoloji öğretmen adaylarının bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğiyle ‘osmoz’ kavramı konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(12), 809-829.
- Kurt, H., & Ekici, G. (2013b). What is a virus? prospective biology teachers’ cognitive structure on the concept of virus. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(3), 736-756.
- Kurt, H., Ekici, G., & Aksu, Ö. (2013). Tuz: biyoloji öğretmen adaylarının zihinsel modelleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4).
- Kurt, S. H., & Sarı, M. (2018). Metaphorical perceptions of physics teacher candidates about some concepts of electricity. *Erciyes Journal of Education*, 2(1), 64-90.
<http://dergipark.gov.tr/eje> sayfasından erişilmiştir.
- Magana, A., & Balachandran, S. (2017). Student’s Development of Representational Competetence Through the Sense of Touch. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 332-346.

- Maxwell, J. A. (2018). *Nitel araştırma tasarımı etkileşimli bir yaklaşım* (M. Çevikbaş, Çev.). Ankara: Nobel.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fizik Öğretim Programı*. Ankara: MEB. Millî Eğitim Bakanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=351> sayfasından erişilmiştir.
- Merriam, S. B. (2018). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel.
- Muştu, Ö. (2016). *Lise öğrencilerinin evren hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nakiboğlu, C. (2016). Investigation of university chemistry students' mental models of metallic bonding and structure of metal .*The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences*, 4, 490-492.
- Ormancı, Ü., & Balım, A. G. (2014). Secondary school students ideas related to the subject of matter: drawing methods. *Elementary Education Online*, 13 (3), 827-846.
- Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: sosyal bilimlerde yöntembilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323- 343. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogusbd/issue/10997/131612> sayfasından erişilmiştir.
- Salar, R., Uzun, E., Karaman, İ., & Turgut, Ü. (2016). Fizik öğretmen adaylarının 12. sınıf elektrik ve elektronik konusunu ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 41-54.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2000). *Physics for scientists and engineers with modern physics*, 5th edition, Saunders College.
- Stocklmayer, S., & Treagust, D. (1996). Images of electricity: how do novices and experts model electric current?. *International Journal of Science Education*, 18(2). 163-178. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069960180203>.

- Şahin Akyüz, S. (2016). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin gerçek ve ideal fen öğrenme ortamlarına yönelik imajlarının çizimle tespiti (Muğla ili örneği)*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Tarkin Çelikkıran, A., & Gökçe, C. (2019). Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik seviyedeki anlama düzeylerinin çizimlerle belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46, 57-87. <http://dx.doi.org/10.9779/pauefd.457845>.
- Tatar, N., Yıldız Feyzioğlu, E., Buldur, S., & Akpınar, E. (2012). Pre-service science teachers mental models about science teaching. *Educational Sciences: Theory & Practic*, 12(4), 2934-2940.
- Taşar, M. F., & Orbay, M. (Ed.). (2010). *Genel Fizik II-Klasik elektrik ve manyetizma teorisine giriş*. Ankara: Pegem Akademi.
- Taşkın, T., & Ünlü Yavaş, P. (2019). Examining knowledge levels of high school students related to conductors at electrostatic equilibrium and electric field lines using the drawing method. *Research in Science Education*, 1-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-018-9808-6>
- Taşkın, T., & Ünlü Yavaş, P. (2020). Fizik öğretmen adaylarının elektrostatik dengedeki iletkenler ve elektrik alan çizimleri konusundaki bilgilerinin çizim yöntemiyle incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 118-137. <http://dx.doi.org/10.17679/inuefd.457413>
- Taşlıdere, E., & Eryılmaz, A. (2012). Basit elektrik devreleri konusuna yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi ve öğrencilerin tutumlarının değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (1), 31-46.

- Tavukçuoğlu, E. (2018). *Lise öğrencilerinin sürtünme kuvveti, ivme ve eylemsizlik kavramlarıyla ilgili bilişsel yapılarının araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Thomas, J., Pedersen, J., & Finson, K. (2001). Validating the draw-a-science-teacher-test checklist (dastt-c): exploring mental models and teacher beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 12(2), 295-310. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014216328867>
- Turgut, Ü., Çolak, A., & Salar, R. (2017). 7E öğrenme modeline uygun olarak çalışma yaprağı hazırlama (elektromanyetizma ünitesi örneği). *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(23).
- Türkkan, E. (2017). Investigation of physics teacher candidates' cognitive structures about "electric field": a free word association test study. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11).
- Türkoğlu, A. Y., & Öztürk, N. (2019). Sosyo-bilimsel konulara ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının zihinsel modelleri. *Başkent University Journal of Education*, 6 (1), 127-137.
- Uzunkavak, M. (2009a). Öğrencilerin iş kavramında pozitiflik-negatiflik ayrımı becerilerinin yazı ve çizim metoduyla ortaya çıkarılması. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 1(2), 10-20.
- Uzunkavak, M. (2009b). Öğrencilerin newton kanunları becerilerinin yazı ve çizim metoduyla karşılaştırılması. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 1(1), 29-40.
- Ünal, G., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Yalçın-Çelik, A., Turan-Oluk, N., Üner, S., Ulutaş, B., & Akkuş, H. (2017). Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarının çizimlerle

değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 103-124.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

Yıldız, S. (2016). *Isı ve aktarımıyla ilgili sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel modellerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Yılmaz, H., & Huyugüzel Çavaş, P. (2006). 4-E Öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1).

Yiğit, N., Alev, N., Tural, G., & Bülbül, M. (2012). Fen bilgisi I. sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusundaki problemleri anlama ve çözme durumları üzerine bir araştırma. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 1 (2).

Yin, R. K. (2017). *Durum çalışması araştırması uygulamaları* (İ. Günbayı, Çev.). Ankara: Nobel.

Yürümezoğlu, K., & Çökelez, A. (2010). Akım geçiren basit bir elektrik devresinde neler olduğu konusunda öğrenci görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3).

EKLER



EK 1. Belirtke Tablosu

KURALLAR	ÖLÇEK MADDELERİ
1. Elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkacak şekilde çizilir.	1-A, 2-A, 2-B, 2-C, 4-A
2. Elektrik alan çizgileri negatif yüke girecek şekilde çizilir.	1-B, 2-A, 2-C
3. Elektrik alan çizgileri birbirini kesmeyecek şekilde çizilir.	1-A, 1-B, 2-A, 2-B, 2-C, 4-C
4. Elektrik alan çizgilerinin sıklığı yük miktarı ile orantılı olmalıdır.	2-A, 2-B, 2-C, 4-B
5. Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde elektrik alan çizgileri sık, zayıf olduğu yerlerde ise elektrik alan çizgileri daha seyrek olacak şekilde çizilir.	2-A, 2-B, 2-C, 3A-I, 3B-I, 4-B
6. Elektrik alan çizgilerine herhangi bir noktadaki teğet, o noktadaki elektrik alan vektörünü gösterir.	3A-II, 3B- II

EK 2. Uzman Görüşü

Değerli Hocam;

Bu ölçek Prof. Dr. Pervin Ünlü Yavaş danışmanlığında elektrik alan çizgileri hakkında öğrencilerin bilgilerini çizim yöntemiyle araştırmayı amaçlamaktadır.

Yorumlarınız ve katkılarınız çalışmamız açısından çok değerlidir. Yorumlarınız için teşekkür ederim.

Kübra KELLEÇİ

Gazi Üniversitesi Fizik Eğitimi

Yüksek Lisans Öğrencisi

Ek 3. Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği

ELEKTRİK ALAN ÇİZGİLERİ ÖLÇEĞİ

Bu ölçek elektrik alan çizgileri hakkındaki bilgilerinizi araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu ölçekten elde edilen veriler sadece akademik bir araştırmada kullanılacaktır ve tüm bilgileriniz saklı tutulacaktır. Katkınız için teşekkür ederim...

Kübra Kelleci

Ad-Soyad:

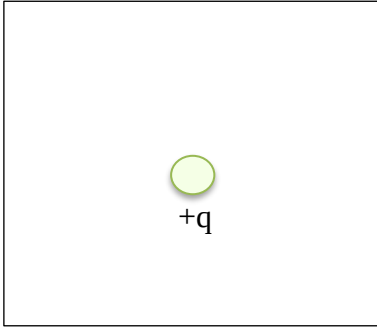
Yaş:

Cinsiyet: ☐ Kadın ☐ Erkek

1. A ve B’de verilen yalıtılmış noktasal elektrik yükleri için elektrik alan çizgilerini çizin. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

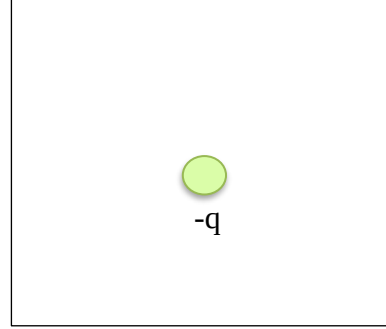
A. Yalıtılmış Pozitif Noktasal

Elektrik Yükü



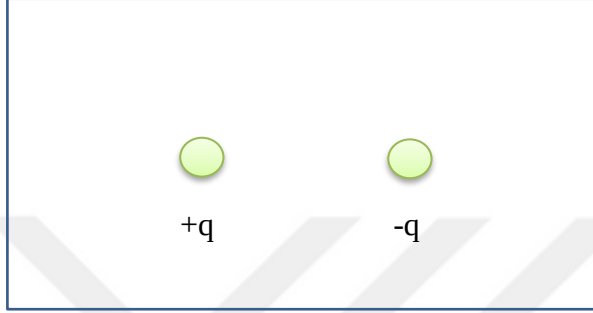
B. Yalıtılmış Negatif Noktasal

Elektrik Yükü

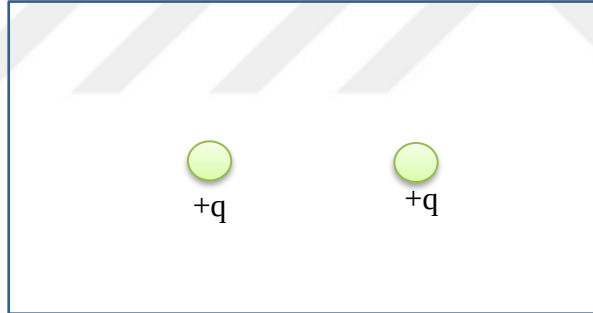


2. A, B ve C de iki noktasal elektrik yüklerinin aralarında belli bir uzaklık olacak şekilde yerleştirildiği farklı sistemler bulunmaktadır. Bu noktasal elektrik yük sistemleri için elektrik alan çizgilerini çiziniz. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

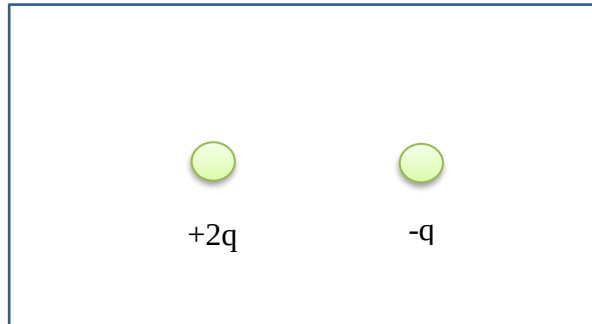
A. Eşit ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



B. Eşit ve Aynı Cins Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



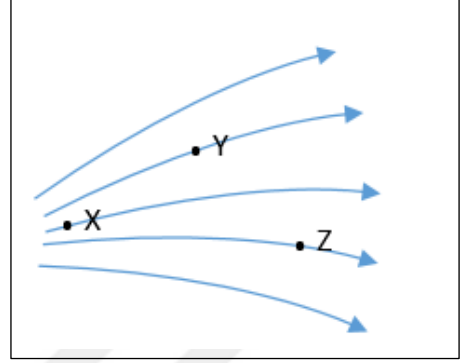
C. Farklı Büyüklüklerde ve Zıt Yüklü Noktasal Elektrik Yükleri



3. Aşağıdaki şekillerde çeşitli bölgelerde elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu bölgeler için A ve B deki maddeleri cevaplayınız. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

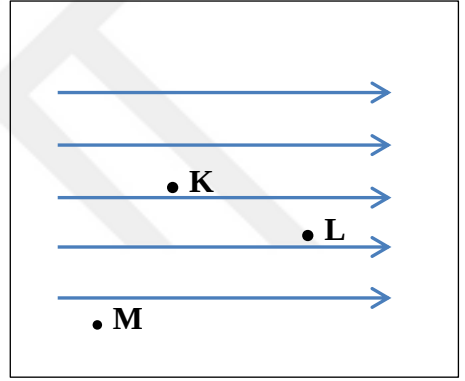
A. I. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

II. X, Y ve Z noktalarındaki elektrik alan vektörlerini şekil üzerine çizerek gösteriniz.



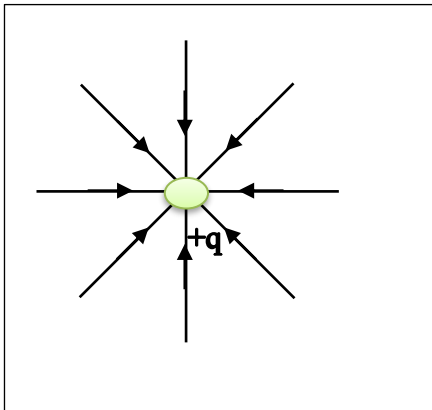
B. I. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini büyüklüklerine göre sıralayınız.

II. K, L ve M noktalarındaki elektrik alan vektörlerini şekil üzerine çizerek gösteriniz.



4. Aşağıda A, B ve C şıklarında elektrik alan çizgileri verilmiştir. Bu gösterimler doğru ise ‘Doğru’yu işaretleyiniz. Yanlış ise ‘Yanlış’ı işaretleyerek yanlışın nerede olduğunu belirtiniz. Çizimlerinizin verilen kutular içerisinde kalmasına dikkat ediniz.

A.



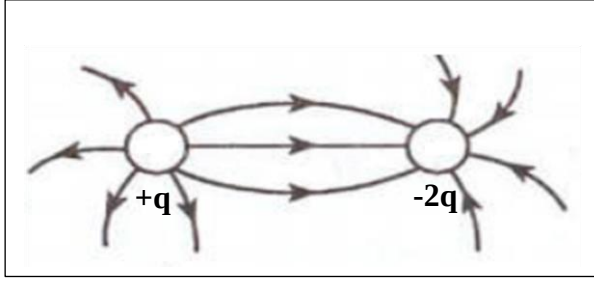
) Doğru

) Yanlış

Yanlış olan şudur/şunlardır:

.....

B.



☐ Doğru

☐ Yanlış

Yanlış olan şudur/şunlardır:

.....

.....

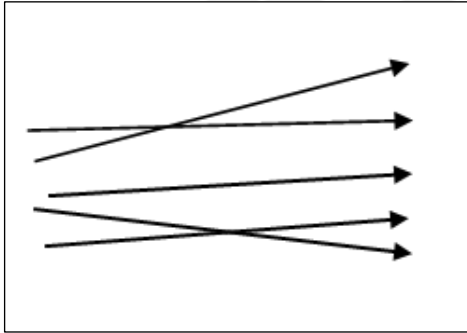
.....

.....

.....

.....

C.



☐ Doğru

☐ Yanlış

Yanlış olan şudur/şunlardır:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı	Kelleci, Kübra
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Lise	Batıkent Lisesi	2012
Üniversite	Kırıkkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü	2017
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalı	2021
İş deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
01/2019 –	Özel Okul	Fen Bilgisi Öğretmeni

Yabancı Dil	İngilizce
-------------	-----------

Yayınlar

Uluslararası Kongre ve Sempozyumlarda Sunulan Bildiriler

- Kelleci, K. ve Yavaş, P. Ü. (2020), Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Alan Çizgileri Hakkındaki Bilgilerinin Çizim Yöntemiyle Araştırılması, 4-6 Aralık, 2. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Konferansı, İzmir.





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..